



## Økonomi og Miljø, 2019

Svarer, Michael; Hansen, Lars Gårn; Dalgaard, Carl-Johan Lars; Tranæs, Torben

*Publication date:*  
2019

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Svarer, M., Hansen, L. G., Dalgaard, C-J. L., & Tranæs, T. (2019). *Økonomi og Miljø, 2019*. De Økonomiske Råd. Oekonomi og Miljøe Bind 2019 <https://dors.dk/vismandsrapporter/oekonomi-miljoe-2019>

De Økonomiske Råd<sup>®</sup>  
Formandskabet

# ØKONOMI OG MILJØ 2019

**SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER**

**MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING**

**LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER  
OG DANSK KLIMAPOLITIK**



**RAPPORT FRA  
FORMANDSKABET**

### **Det Miljøøkonomiske Råd**

Det Miljøøkonomiske Råd blev oprettet i 2007 og har til opgave "at belyse samspillet mellem økonomi og miljø samt effektiviteten i miljøindsatsen". Rådet ledes af et formandskab og består herudover af indtil 24 medlemmer. Formandskabet står også i spidsen for Det Økonomiske Råd. De Økonomiske Råds Sekretariat bistår formandskabet med at udarbejde den årlige redegørelse til Det Miljøøkonomiske Råd og de halvårslige redegørelser til Det Økonomiske Råd. Loven om De Økonomiske Råd er senest revideret i forbindelse med vedtagelse af lov nr. 1751 den 27. december 2016.

### **Formandskabet**

Professor Michael Svarer (formand), Aarhus Universitet, professor Lars Gårn Hansen, Københavns Universitet, professor Carl-Johan Dalgaard, Københavns Universitet og Forskningsdirektør Torben Tranæs, VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.

### **Rådets øvrige medlemmer**

*Økonomi- og Indenrigsministeriet:* Departementchef Sophus Garfiel, *Finansministeriet:* Departementschef Martin Præstegaard, *Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet:* Afdelingschef Dorte Nøhr Andersen, *Miljø- og Fødevareministeriet:* Departementschef Henrik Studsgaard, *Kommunale organisationer:* Direktør Laila Kildesgaard, *Danmarks Naturfredningsforening:* Afdelingschef Morten Pedersen, *Friluftsrådet:* Formand Lars Mortensen, *WWF Verdensnaturfonden:* Afdelingschef Jacob Fjalland, *Dansk Affaldsforening/Dansk Fjernvarme og Dansk Vand- og Spildevandsforening:* Direktør Kim Mortensen, *FH - Fagbevægelsens Hovedorganisation/CO industri/Arbejderbevægelsens Erhvervsråd:* Næstformand Ejner K. Holst og formand Per Christensen, *Landbrug og Fødevarer:* Områdedirektør Niels Peter Nørring, *DI:* Direktør Tine Roed, *Dansk Erhverv:* Underdirektør Jes Brinchmann Christensen, *Forbrugerrådet Tænk:* Sekretariatsleder Christian Ege, *Dansk Energi:* Adm. direktør Lars Aagaard samt *særligt sagkyndige:* professor Jette Bredahl Jakobsen, professor Peder Andersen, professor Mette Termansen og professor Karine Nyborg.

### **Sekretariatet**

*Direktør* John Smidt, *vicedirektør* Jesper Gregers Linaa, *kontorchefer* Morten Holm og Thomas Bue Bjørner, *administrationschef* Per Ulstrup Johansen, *chefkonsulenter* Brian Krogh Graversen, David Tønners, Dorte Grinderslev, Hans Bækgaard, Marie Møller Kjeldsen, Mickey Petersen, Morten Raun Mørkbak, Nicolai Kaarsen, Poul Schou, *specialkonsulenter* Anne Kristine Høj, Line Block Hansen, Kamilla Holmgaard, Janne Nyborg Jensen, Niels Christian Fredslund, Thomas Nyvang Dalgaard, *fuldmægtige* Amanda Bak Larsen, Amra Rizvanovic, *kontorfuldmægtige* Annemarie Madsen og Karina Tilsted Andersen samt *studentermehjælpere* Anne Katrine Borgbjerg, Helene Rode Melbye, Jakob Victor Hansen, Manpreet Singh, Nikolaj Lodberg Andersen, Victor Wexø, Volmer Rathmann Jahnsen.

De Økonomiske Råd   
Formandskabet

# ØKONOMI OG MILJØ 2019

**SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER**

**MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING**

**LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER  
OG DANSK KLIMAPOLITIK**

**RAPPORT FRA  
FORMANDSKABET**

## Økonomi og Miljø, 2019

Signaturforklaring:

- Oplysning kan ikke foreligge/foreligger ikke

Som følge af afrundinger kan summen af tallene i tabellerne afvige fra totalen

Publikationen kan bestilles hos:  
Rosendahls - København  
Vandtårnsvej 83 A  
2860 Søborg  
Tlf.: 43 63 23 00  
Fax: 43 63 23 29  
E-mail: [post@rosendahls.dk](mailto:post@rosendahls.dk)  
Hjemmeside: [www.rosendahls.dk](http://www.rosendahls.dk)

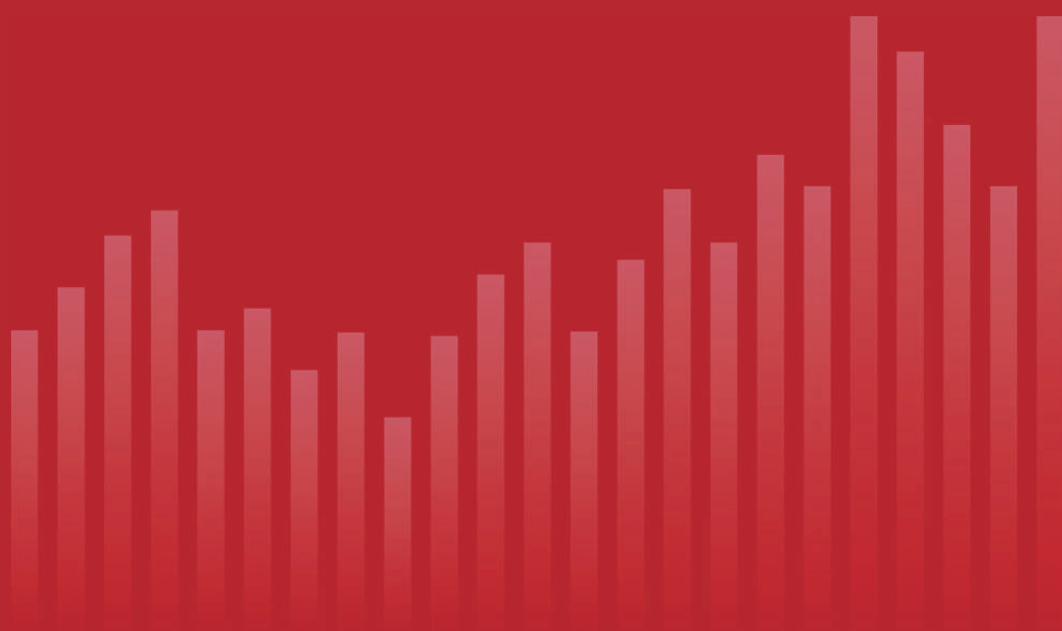
Henvendelse om publikationen kan i øvrigt ske til:  
De Økonomiske Råds Sekretariat  
Emil Møllers Gade 41  
8700 Horsens  
Tlf.: 51 51 28 00  
E-mail: [dors@dors.dk](mailto:dors@dors.dk)  
Hjemmeside: [www.dors.dk](http://www.dors.dk)  
Twitter: [@DORsSekretariat](https://twitter.com/DORsSekretariat)

Tryk: Rosendahls  
Pris: 175 kr. inkl. moms  
Oplag: 650  
ISBN: 978-87-89027-95-1  
ISSN: 1903-1823

Publikationen kan elektronisk hentes på  
De Økonomiske Råds hjemmeside: [www.dors.dk](http://www.dors.dk)

# INDHOLD

	<b>SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER</b>	<b>1</b>
<b>KAPITEL I</b>	<b>MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING</b>	<b>19</b>
	I.1 Indledning	21
	I.2 Teori og litteratur	23
	I.3 Beskrivelse af data	29
	I.4 Fordeling af miljøpåvirkninger i Danmark	45
	I.5 Hvem bor i de mest miljøbelastede boliger	61
	I.6 Sammenfatning	72
	Litteratur	78
<b>KAPITEL II</b>	<b>LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER OG DANSK KLIMAPOLITIK</b>	<b>85</b>
	II.1 Indledning	87
	II.2 Lækage og klimapolitik	90
	II.3 Tidligere analyser af lækagerater	99
	II.4 Data og metode	111
	II.5 Samlet lækagerate for Danmark	122
	II.6 Sektorspecifikke lækagerater	133
	II.7 Begrænsning af lækage fra ikke-kvotesektoren	145
	II.8 Sammenfatning og diskussion	154
	Litteratur	165
	<b>SKRIFTLIGE INDLÆG FRA DET MILJØØKONOMISKE RÅDS MEDLEMMER</b>	<b>171</b>
	<b>ENGLISH SUMMARY AND RECOMMENDATIONS</b>	<b>197</b>



De Økonomiske Råd   
Formandskabet

# **SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER**



## **SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER**

*Sammenfatning og anbefalinger* giver overblik over konklusionerne i de to kapitler i rapporten om økonomi og miljø fra 2019.

Det første kapitel i rapporten undersøger, om personer med lav indkomst i højere grad er udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst.

Det undersøges også, om det er personer med særlige socioøkonomiske karakteristika, som bor steder, hvor der er højest miljøbelastning.

Det andet kapitel fokuserer på, hvordan dansk klimapolitik kan lede til øget udledning af drivhusgasser i udlandet – et fænomen der kaldes lækage.

Lækage mindsker effekten på den globale udledning af drivhusgasser af dansk klimapolitik. I kapitlet præsenteres beregninger af lækageraten for Danmark som helhed og for forskellige dele af dansk økonomi.

## SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER

Dette års rapport fra Det Miljøøkonomiske Råds formandskab indeholder følgende to kapitler:

- Miljøpåvirkning og fordeling
- Lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik

Rapporten er udarbejdet til mødet i Det Miljøøkonomiske Råd den 30. april 2019. Vurderinger og anbefalinger er alene formandskabets. I slutningen af rapporten er rådsmedlemmernes skriftlige kommentarer optrykt. I forhold til diskussionsoplægget, som blev diskuteret på rådsmødet, er der kun foretaget korrekturrettelser og mindre præciseringer af teksten.

### KAPITEL I: MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING

#### Fordelingsmæssige aspekter af selve miljøpåvirkningen

Der er i den danske debat om miljø og fordeling ofte fokus på de fordelingsmæssige effekter af grønne afgifter. Der har imidlertid ikke i Danmark været tilsvarende fokus på fordelingsmæssige aspekter af selve miljøbelastningen. I udlandet er der lavet flere undersøgelser af, om personer med lav indkomst i højere grad er udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst. Der er ikke gennemført tilsvarende analyser af dette på nationalt plan for Danmark.

#### Analysen i kapitlet

Kapitel I belyser forskellige aspekter af miljøbelastning og fordeling. For det første undersøges det, hvor store forskelle der er i den miljøbelastning, som personer i Danmark udsættes for. For det andet undersøges det, om der også i Danmark er en sammenhæng mellem graden af miljøbelastning og personers indkomst. For det tredje er det undersøgt, om det er personer med særlige socioøkonomiske karakteristika, som bor i boliger med højest miljøbelastning.

#### Luftforurening, støj og nærhed til natur

Konkret er der foretaget analyser af miljøbelastning ved støj fra vejtrafik og luftforurening i form af partikler (PM<sub>2,5</sub>) og kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>). Derudover er foretaget analyser af gevinsten ved at bo tæt på attraktiv natur (skov, sø og kyst). Der findes landsdækkende data for disse miljøpåvirkninger, som kan knyttes til alle boliger i Danmark. Data om miljøpåvirkninger er via adresser koblet med oplysninger om befolkningens indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika.

**Flere miljøpåvirkninger end i tilsvarende udenlandske analyser**

Resultaterne i kapitel I kan ikke generaliseres til at omfatte miljøbelastninger, som ikke indgår i analysen. Tilgængeligheden af geografisk detaljerede landsdækkende data, der kan knyttes til personer, har været med til at afgrænse, hvilke miljøpåvirkninger som er medtaget i analysen. Mange tilsvarende udenlandske analyser ser kun på en enkelt type miljøbelastning. Analysen i kapitlet er således mere bredt dækkende end mange udenlandske analyser.

## FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER

**Lorenz-kurve kan bruges til at illustrere ulighed i miljøbelastning**

I analyser af ulighed anvendes ofte Lorenz-kurver til at illustrere graden af ulighed i fordelingen af indkomst. Lorenz-kurver kan også bruges til at belyse graden af ulighed i miljøbelastningen mellem personer. Figur A viser Lorenz-kurverne for luftforurening ( $PM_{2,5}$  og  $NO_2$ ), støj og nærheden til natur. Til sammenligning er i figuren også vist Lorenz-kurven for fordeling af indkomst. Jo tættere Lorenz-kurven er på 45-grader linjen, jo mere lige er fordelingen af den pågældende miljøpåvirkning eller indkomsten.

**Lille ulighed i fordeling af  $PM_{2,5}$**

Det ses, at der er stor forskel på graden af ulighed for de forskellige typer miljøbelastning og nærheden til natur. Der er relativt lille forskel i miljøpåvirkning fra  $PM_{2,5}$  mellem forskellige personer, og uligheden i fordelingen af  $PM_{2,5}$  er således væsentligt mindre end uligheden i fordelingen af indkomst.

**Lidt større ulighed i fordeling af  $NO_2$**

Der er også relativt små forskelle i koncentrationerne af  $NO_2$  mellem personer. Uligheden i fordelingen af  $NO_2$  er dog større end for  $PM_{2,5}$ , idet uligheden i fordelingen af  $NO_2$  svarer nogenlunde til uligheden i fordelingen af indkomst. Den større ulighed for  $NO_2$  i forhold til  $PM_{2,5}$  afspejler, at koncentrationen af  $NO_2$  i højere grad varierer med lokale kilder, som f.eks. kraftværker, trafik og skibsfart, mens  $PM_{2,5}$  har mere regional karakter.

**Endnu større ulighed i støj og nærhed til natur**

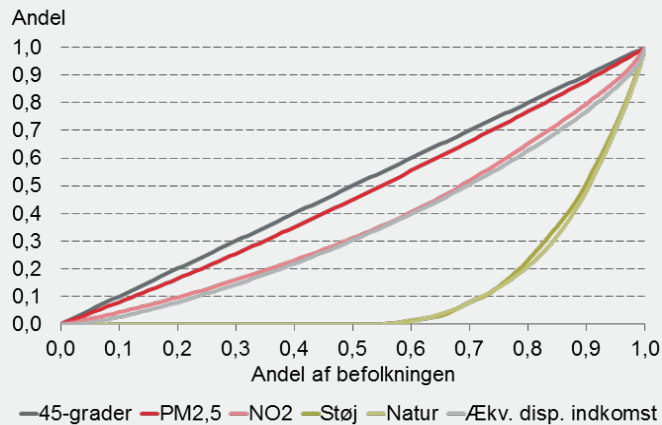
Sammenlignet med de to typer luftforurening er der væsentligt større forskelle i støjforureningen og i nærheden til natur mellem forskellige personer. Dette afspejler, at støj og nærhed til natur har meget lokal karakter.

**... men ulighed i nærhed til natur kan være overvurderet**

Uligheden i nærheden til natur kan dog være overvurderet. Nærhed til natur indgår i analysen, hvis bopælen er indenfor bestemte afstande til naturen (0,6 til 1 km afhængig af naturtype). Hvis personer også har en værdi af naturområder, som ligger længere væk end disse afstandsgrænser, overdriver den viste Lorenz-kurve uligheden. Små naturområder indgår heller ikke i analysen, hvilket også kan give en overvurdering af forskelle i nærheden til natur mellem forskellige personer.

**FIGUR A ULIGHED I MILJØBELASTNING**

Uligheden er illustreret ved Lorenz-kurver for PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, støj, nærhed til natur og indkomst.



Anm.: Lorenz-kurverne er baseret på oplysninger om koncentration af luftforurening, støj over 50 dB samt nærhed til natur indenfor 1 eller 0,6 km (afhængig af naturtype). Lorenz-kurven for indkomst er beregnet ud fra ækvivaleret disponibel indkomst i 2016.

Kilde: Egne beregninger.

## MILJØPÅVIRKNING OG INDKOMST

Litteraturen tyder på en sammenhæng mellem lav indkomst og dårligt miljø

I udlandet er foretaget flere analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning. Disse analyser viser typisk, at personer med lav indkomst er mere udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst.

Stor variation i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst

Ud fra danske data synes sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst at være svag. Der er til gengæld relativt store forskelle i niveauet af de forskellige typer miljøpåvirkninger for personer med samme indkomstniveau. Det fremgår således af figurerne i boks A, at der er meget større forskel i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst, end der er i den gennemsnitlige miljøbelastning mellem personer med de højeste og de laveste indkomster. Det tyder på, at forskelle i indkomst kun spiller en mindre rolle i forhold til at forklare forskelle i miljøbelastning og nærhed til natur.

**Personer med lav indkomst har dårligere miljø, men forskellen er beskeden**

Selvom sammenhængen mellem miljøpåvirkninger og indkomst i Danmark er svag, er der dog en tendens til, at personer med lav indkomst er lidt mere belastet af dårligt miljø, mens personer med høj indkomst har lidt bedre miljø, jf. boks A. Beregninger i kapitlet viser således, at personer, som har en ækvivaleret disponibel indkomst, der er 100.000 kr. højere i gennemsnit, har en mindre miljøbelastning svarende til en værdi på 30 kr. for  $PM_{2,5}$ , 30 kr. for  $NO_2$  og 5 kr. for støj.

## **PERSONER MED HØJEST MILJØBELASTNING**

**De mest miljøbelastede boliger i forhold til luftforurening og støj**

Det er i kapitel I også undersøgt, hvad der karakteriserer de mest miljøbelastede boliger i Danmark, og hvad der karakteriserer de personer, der bor i disse boliger. De mest miljøbelastede boliger er her defineret som boliger, hvor de 10 pct. af befolkningen, som er mest udsat for luftforurening og støj, bor. Nærhed til natur indgår således ikke i udvælgelsen af de mest miljøbelastede boliger.

**Mest miljøbelastede boliger er især i hovedstadsområdet**

De fleste af de mest miljøbelastede boliger ligger i hovedstadsområdet eller i større byer. Omvendt er boliger med lavest miljøbelastning i højere grad lokaliseret i mindre byer eller på landet.

**Ekstra årlig omkostning på 4.100 kr. pr. år**

Miljøbelastningen knyttet til de enkelte boliger kan omregnes til en samlet, årlig omkostning opgjort i kroner baseret på såkaldte enhedspriser. Enhedsomkostningerne afspejler både geneomkostninger, f.eks. ved støj, og alvorlige helbredseffekter, herunder for tidlig død. Den beregnede årlige omkostning ved luftforurening og støj er ca. 4.100 kr. større i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med omkostningen i en bolig med gennemsnitlig miljøbelastning. Dette svarer til ca. 1,5 pct. af den gennemsnitlige ækvivalerede disponible indkomst pr. person. En stor del af den højere omkostning ved miljøbelastning skyldes en øget risiko for at få forkortet levetiden på grund af sygdom. Størrelsen af den øgede helbredsrisiko svarer til en forventning om 40 timers tidligere død ved at bo et år i en af de mest miljøbelastede boliger i forhold til en bolig med gennemsnitlig miljøbelastning.

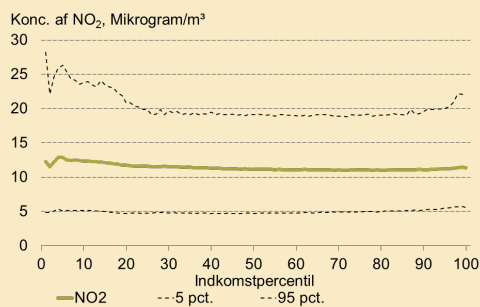
## BOKS A BESKRIVELSE AF SAMMENHÆNGEN MELLEM INDKOMST OG MILJØ

Der vises to figurer, som illustrerer sammenhængen mellem indkomst og henholdsvis koncentrationen af NO<sub>2</sub> og trafikstøj.

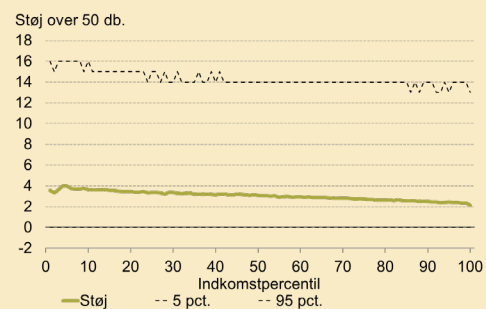
I figurerne er X-aksen den ækvivalerede disponible indkomst inddelt i percentiler. Det vil sige, at det første punkt på X-aksen består af den ene procent af befolkningen med lavest indkomst, mens punktet længst til højre repræsenterer den ene procent af befolkningen med de højeste indkomster. De grønne kurve viser det gennemsnitlige niveau af hhv. NO<sub>2</sub> og støj for alle personer i hver af de 100 indkomstgrupper.<sup>a)</sup>

Det fremgår, at der er en tendens til, at koncentrationen af NO<sub>2</sub> og støjbelastningen er højere for personer med lav indkomst og gradvist aftager i takt med stigende indkomst.

**FIGUR A NO<sub>2</sub> OG INDKOMST**



**FIGUR B STØJ OG INDKOMST**



Anm.: Indkomstpercentiler er opgjort ud fra den ækvivalerede disponible indkomst i 2016.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata og data for luftforurening og støj fra henholdsvis Aarhus Universitet og MOE i Tetraplan.

De stiplede linjer i figurerne illustrerer variationen i NO<sub>2</sub> og støj for hver indkomstgruppe. De stiplede linjer viser 5 og 95 pct. fraktiler for NO<sub>2</sub> og støj, dvs. at 90 pct. af personerne i hver indkomstgruppe har et niveau af NO<sub>2</sub> og støj mellem de stiplede linjer. Det fremgår dermed, at der er større forskel i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst, end der er i den gennemsnitlige miljøbelastning mellem personer med de højeste og de laveste indkomster.

Figurer, som beskriver sammenhæng mellem indkomst og hhv. koncentration af PM<sub>2,5</sub> og nærhed til natur, leder til samme konklusioner, jf. rapportens afsnit I.4.

a) Kurverne viser sammenhængen mellem indkomst og hhv. NO<sub>2</sub> og støj korigeret for niveauforskelle i indkomst, NO<sub>2</sub> og støj i forskellige dele af Danmark (opgjort ud fra pendlingsoplande).

**Færre almenlystige  
boliger blandt de  
mest miljøbelastede**

Der er relativt flere lejligheder, andelsboliger og private lejeboliger i de mest miljøbelastede områder. Til gengæld er der færre almenlystige boliger i de mest miljøbelastede områder. Det vil sige, at almenlystige boliger i relativt mindre grad er blandt de mest miljøbelastede boliger.

**Kun mindre forskelle  
i socioøkonomiske  
karakteristika**

Analyser i kapitlet viser, at der overordnet er beskedne forskelle i de socioøkonomiske karakteristika af beboere i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med alle boliger, når der kontrolleres for geografiske forskelle mellem pendlingsoplande. Der er dog lidt flere enlige og familier uden børn i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med beboerne i alle boliger. Der er også relativt flere personer med videregående uddannelser i de mest miljøbelastede boliger. Til gengæld er der færre pensionister i de mest miljøbelastede boliger i forhold til alle boliger. Endelig er der en lidt højere andel af indvandre-re og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger i forhold til alle boliger.

**Lidt flere børn af  
højtuddannede  
vokser op i de mest  
miljøbelastede  
boliger ...**

Børn kan betragtes som en sårbar gruppe. Derfor er det undersøgt, om børn, der er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, har forældre med andre socioøkonomiske karakteristika end andre børn. Overordnet set er der kun små forskelle mellem forældre til børn, der er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, og børn i almindelighed. Der er dog forholdsvis lidt flere børn af forældre med en videregående uddannelse, som er vokset op i de mest miljøbelastede boliger.

**... i udlandet i højere  
grad lavtuddannede  
i de mest miljø-  
belastede boliger**

Udenlandske undersøgelser har fundet, at det i høj grad er personer med lav uddannelse, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Nærværende analyse finder, at det ikke er tilfældet i Danmark. Tværtimod er der lidt flere med en videregående uddannelse, som bor i de mest miljøbelastede boliger i Danmark sammenlignet med alle boliger. Der er også relativt lidt flere børn, der vokser op i de mest miljøbelastede boliger, som har forældre med videregående uddannelse.

## **KAPITEL II: LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER OG DANSK KLIMAPOLITIK**

**Dansk målsætning:  
Reduktion af  
nationale CO<sub>2</sub>e-  
udledninger**

Danmark har forskellige målsætninger relateret til fremtidige udledninger af drivhusgasser. Efter aftale med EU skal Danmark frem mod 2030 reducere sine nationale CO<sub>2</sub>e-udledninger i ikke-kvotesektoren med 39 pct. i forhold til udledningsniveauet i 2005. Herudover har Danmark en målsætning om at være klimaneutral senest i 2050.

**Skal dansk klimapolitik i stedet have fokus på global udledning?**

Forpligtelsen for ikke-kvotesekten frem mod 2030 og formuleringen af målet om klimaneutralitet i 2050 vedrører alene udledninger, der finder sted fra dansk territorium. I den offentlige debat om dansk klimapolitik argumenteres imidlertid ofte for, at klimapolitikken skal indrettes på en måde, som sikrer stor effekt på de globale udledninger af drivhusgasser.

**CO<sub>2</sub>e-lækage påvirker effekt af dansk klimapolitik på globale udledninger**

Klimapolitikken i Danmark fører til en reduktion af de danske CO<sub>2</sub>e-udledninger, men kan samtidig betyde, at udledningerne stiger i udlandet – et fænomen, der betegnes CO<sub>2</sub>e-lækage. Hvis der er CO<sub>2</sub>e-lækage, vil reduktioner i udledningerne af drivhusgasser i Danmark føre til en mindre reduktion i de globale udledninger end den indenlandske reduktion. Den såkaldte lækagerate udtrykker, hvor stor en andel af den CO<sub>2</sub>e, som udledningerne reduceres med indenlandsk, der erstattes af øgede udledninger i udlandet. Hvis lækageraten eksempelvis er på 50 pct., vil halvdelen af den indenlandske reduktion i CO<sub>2</sub>e blive modsvaret af øgede udledninger i udlandet.

**Formål med kapitlet**

Formålet med kapitel II er at opgøre lækageraten for Danmark. Der beregnes en samlet lækagerate for Danmark som helhed og lækagerater for forskellige sektorer. Derudover diskuteres en række konsekvenser af at tage højde for tilstedeværelse af lækage i dansk klimapolitik.

## LÆKAGERATER FOR DANMARK

**Lækagerate på 45-53 pct. for Danmark**

Analyserne i kapitel II tyder på, at den samlede lækagerate for Danmark er mellem 45 pct. og 53 pct. Det vil sige, at en national CO<sub>2</sub>e-reduktion på 1 mio. ton resulterer i en global CO<sub>2</sub>e-reduktion på ca. 0,5 mio. ton.

**Lækage beregnes med global handelsmodel ...**

Til beregning af lækageraten for Danmark er den såkaldte GTAP-E model anvendt. GTAP-E er en global model, som beskriver handelsstrømme mellem verdens lande. Samtidig har modellen særligt fokus på energiforbrug og de dertilhørende drivhusgasudledninger. Modellen er derfor et godt redskab til at beskrive, hvordan dansk klimaregulering påvirker udledninger i Danmark og udlandet.

**... ved at lægge en afgift på dansk CO<sub>2</sub>e**

Lækageraten for Danmark er konkret beregnet ved at lægge en afgift på 100 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>e på alle udledninger fra Danmark, herunder udledninger af drivhusgasser fra landbruget. I praksis er det svært direkte at lægge afgifter på udledningerne i landbruget, men det er muligt at lægge afgifter på de aktiviteter i landbruget, der forårsager



udledning af drivhusgasser. Dette er nærmere beskrevet i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

**Lækage kan opstå  
via flere kanaler**

Der er flere forskellige kanaler, hvorigennem der kan opstå lækage. Nogle af disse mekanismer indgår direkte i GTAP-E modellen. Men der er også foretaget en række udvidelser af modellen for at tage højde for effekten på lækageraten af EU's klimapolitik og det europæiske CO<sub>2</sub>-kvotesystem. De forskellige kanaler for lækage er beskrevet i boks B.

**EU's kvotesystem  
giver høj lækage på  
lang sigt**

Lækageraten for Danmark påvirkes i høj grad af klimapolitikken i EU. Indretningen af EU's kvotesystem betyder, at tiltag, der reducerer de danske kvoteomfattede udledninger, har en begrænset effekt på de samlede udledninger fra EU's kvotesystem på lang sigt. Dette bidrager til, at lækageraten er relativt høj for Danmark.

**Bindende mål i  
andre EU-lande  
bidrager til at  
mindske lækagen**

Omvendt bidrager EU's klimapolitik til at mindske den danske CO<sub>2</sub>-lækage i den del af økonomien, der ikke er omfattet af EU's kvotesystem. Det skyldes, at mange af de andre EU-lande har bindende mål for udledningerne fra deres ikke-kvotesektorer. Det mindsker lækagen ved dansk klimapolitik i ikke-kvotesektoren. Effekterne via EU's kvotesystem har dog samlet set større betydning for Danmarks samlede lækagerate end effekterne via EU's bindende mål for ikke-kvotesektoren.

## BOKS B MEKANISMER AF BETYDNING FOR LÆKAGERATEN

I beregningerne tages højde for en række mekanismer, der giver anledning til lækage, eller som påvirker størrelsen af lækage:

*Udenrigshandel:* Danske afgifter på CO<sub>2</sub>e gør det dyrere for især CO<sub>2</sub>e-intensive virksomheder at producere i Danmark. Det svækker de pågældende virksomheders konkurrenceevne, og en del af den CO<sub>2</sub>e-udledende produktion, der i dag finder sted i Danmark, flytter til udlandet.

*Prisen på fossile brændsler:* Danske afgifter på CO<sub>2</sub>e reducerer den danske efterspørgsel efter fossile brændsler, hvilket leder til en (lille) reduktion i verdensmarkedsprisen på fossile brændsler. Den lavere pris øger forbruget af fossile brændsler i udlandet.

*Det europæiske CO<sub>2</sub>-kvotesystem:* Danske afgifter på CO<sub>2</sub>e reducerer efterspørgslen efter kvoter i Danmark. Dette mindsker kvoteprisen, således at der udledes mere CO<sub>2</sub> i andre EU-landes kvotesektorer. I kraft af en reform af kvotesystemet i 2018 vil danske afgifter dog også bidrage til, at det såkaldte kvoteoverskud øges, og at der derfor permanent fjernes nogle kvoter. Dette reducerer isoleret set lækagen via kvotesystemet.

*Bindende mål i andre EU-lande:* Ligesom Danmark har andre EU-lande bindende mål for udledningen af drivhusgasser i deres ikke-kvotesektorer. Hvis strammere dansk klimapolitik øger den danske efterspørgsel efter CO<sub>2</sub>-intensive varer fra ikke-kvotesektorer i andre lande med bindende mål, er disse lande nødsaget til at indføre en strammere klimapolitik for at leve op til sine mål. Størrelsen af lækage fra Danmark vil på samme måde afhænge af, om andre lande udenfor EU også antages at have bindende klimamål, eksempelvis forankret i Paris-aftalen.

Der er imidlertid også nogle mekanismer, der kan påvirke lækageraten, som ikke indgår i beregningerne. For eksempel kan strammere klimapolitik i Danmark bidrage til teknologisk udvikling, som gør det nemmere at mindske udledningen i andre lande. Dette vil trække i retning af en lavere lækagerate. Hvis en strammere dansk klimapolitik giver anledning til, at andre lande også øger deres reduktionsmålsætninger (det såkaldte foregangslands-argument), vil det også trække i retning af lavere lækagerate. En strammere klimapolitik kan dog også tænkes at mindske incitamentet til at foretage klimapolitiske tiltag andre steder i verden, hvilket i givet fald vil trække i retning af større lækage.

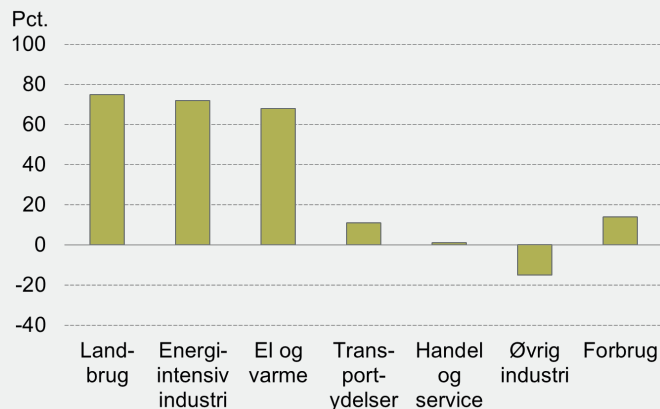
## LÆKAGERATER FOR FORSKELLIGE SEKTORER

### Stor variation i sektorspecifikke lækagerater

Beregningerne tyder på, at der er store forskelle i lækagen for forskellige sektorer i dansk økonomi. Der er foretaget beregninger af lækagen ved at pålægge CO<sub>2</sub>e-afgifter på seks forskellige sektorer samt for privat og offentligt forbrug af fossile brændsler (inklusiv benzin og diesel til transport), jf. figur B.

**FIGUR B LÆKAGERATER FOR SEKTORER**

Lækageraterne er generelt lave for sektorer, der ikke er omfattet af EU's kvotesystem. Det gælder dog ikke for landbruget.



Anm.: Figuren viser lækagerater i et såkaldt grundscenarie. I kapitlet er lavet beregninger af lækagerater under forskellige antagelser og justeringer i den anvendte model.

Kilde: Egne beregninger.

#### Høje lækagerater for danske kvotesektorer ...

Lækageraterne er, som det fremgår af figuren, høje for den energiintensive industri samt el- og varmesektorerne, som alle er underlagt EU's kvotesystem. De relativt høje lækagerater for disse sektorer skal blandt andet ses i sammenhæng med, at reduktioner i udledningerne fra disse sektorer kun i begrænset omfang mindsker den langsigtede mængde af kvoter i EU's kvotesystem. Dermed vil et fald i udledningerne fra de danske kvoteomfattede sektorer i høj grad blive modsvaret af en stigning i udledningerne af drivhusgasser i resten af EU i fremtiden.

#### ... mens de er lavere for mange ikke-kvotesektorer

Lækageraterne er generelt lavere for de sektorer, som ikke er omfattet af EU's kvotesystem. Det skyldes blandt andet, at mange EU-lande forventes at skulle reducere deres udledninger fra ikke-kvotesektorerne frem mod 2030. Dermed har disse lande ikke mulighed for at øge deres udledninger i den del af økonomien som reaktion på en strammere klimapolitik i Danmark.

#### Højere lækagerate for landbruget

Det danske landbrug har en højere lækagerate end de resterende ikke-kvotesektorer. Den relativt høje lækagerate for landbruget afspejler blandt andet, at forbruget af fødevarer er relativt ufølsomt

overfor ændringer i indkomst og priser. Når landbrugsproduktionen mindskes i Danmark som følge af regulering, vil landbrugsproduktionen og dertil hørende udledninger derfor stige relativt meget i udlandet. Lækageraten for landbruget begrænses dog samtidig af, at mange EU-lande også skal reducere deres udledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030, jf. ovenfor.

**Landbrugets lækagerate bliver lavere med klimamål i flere lande**

Der er betydelig usikkerhed forbundet med beregningen af lækageraten ikke mindst for landbruget. Det skyldes, at landbrugets lækagerate i høj grad afhænger af, hvordan klimapolitikken udenfor EU er tilrettelagt. Hvis det lægges til grund, at der er bindende klimamål i en række lande udenfor EU, viser en følsomhedsanalyse, at landbrugets lækagerate mere end halveres, mens lækageraterne i andre sektorer kun ændres lidt.<sup>1</sup>

## LÆKAGE OG DANSK KLIMAPOLITIK

**Lækage illustrerer behovet for internationale bindende aftaler**

En høj lækagerate for Danmark mindsker effektiviteten af dansk klimapolitik i forhold til at reducere de globale udledninger. Det understreger vigtigheden af brede internationale aftaler, som søger mod at begrænse de globale udledninger.

**Vigtigt at støtte op om internationalt samarbejde**

Et forpligtende internationalt samarbejde mellem lande, der påtager sig at reducere deres udledninger af drivhusgasser, er afgørende, hvis klimaforandringerne reelt skal modvirkes. Parisaftalen og EU's klimapolitik, der omfatter regulering gennem det fælles kvotemarked og aftaler om reduktioner i landenes ikke-kvotesektorer, er eksempler på internationale samarbejder. Det bør være en hovedopgave for dansk klimapolitik at understøtte og udbygge sådanne samarbejder.

**Mål om drivhusgasneutralitet i 2050**

Som følge af det internationale samarbejde har Danmark påtaget sig en reduktionsforpligtigelse frem mod 2030 i ikke-kvotesektoren. Reduktionsforpligtelsen vedrører udledninger fra dansk område. Samtidig har alle partier i Folketinget tilsluttet sig en målsætning om, at Danmark skal være drivhusgasneutral senest i 2050.

1) I følsomhedsanalysen antages, at alle lande bortset fra store økonomier som Kina, Rusland, Indien og USA har bindende mål, så de ikke kan øge deres udledninger. Det skal understreges, at der er stor usikkerhed om, hvorvidt forskellige lande har bindende klimamål i henhold til "business-as-usual". Som eksempel er det i analyserne antaget, at USA ikke har bindende klimamål. USA's indmeldinger knyttet til Paris-aftalen vurderes af nogle som bindende, men USA har samtidig tilkendegivet en intention om at melde sig ud af Paris-aftalen.

**Stigende CO<sub>2</sub>e-afgift kan understøtte mål om drivhusgas-neutralitet**

I princippet vil ensartede CO<sub>2</sub>e-afgifter på alle udledninger kunne sikre en omkostningseffektiv implementering af den nationale målsætning om drivhusgasneutralitet. I praksis kan et omkostningseffektivt forløb frem mod 2050 understøttes af en troværdig annoncering af, at der bliver indført ensartede CO<sub>2</sub>e-afgifter på tværs af alle sektorer, som stiger mod 2050. Det vil reducere usikkerheden om de fremtidige klimapolitiske rammer og dermed mindske risikoen for, at virksomheder, landmænd og bilejere kommer til at foretage langsigtede investeringer, der fordyrer omstillingen til klimaneutralitet i 2050.

**Afgift i kvotesektor bør tage hensyn til kvoteprisen**

Målet om drivhusgasneutralitet i 2050 omfatter også udledninger fra kvotesektoren, som i forvejen er reguleret på EU-niveau. En eventuel CO<sub>2</sub>-afgift i kvotesektoren bør derfor udformes, så den tager hensyn til kvoteprisen.

**Skal sektorer med høj CO<sub>2</sub>e-lækage yde mindre?**

I den offentlige debat benyttes høj CO<sub>2</sub>e-lækage undertiden som argument for lempeligere regulering af nogle sektorer, således at klimainsatsen i et vist omfang forskydes fra sektorer med store lækagerater over til sektorer med små lækagerater.

**Billigste opfyldelse af nationale målsætninger skal ignorere lækage**

Indretning af et omkostningseffektivt reguleringssystem til at reducere udledninger af drivhusgasser afhænger grundlæggende af den politiske målsætning med reguleringen. Hvis formålet med dansk klimapolitik er at leve op til målsætningerne om reduktion af CO<sub>2</sub>e-udledninger på dansk territorium, opnås dette, som nævnt, mest omkostningseffektivt ved en (stigende) ensartet CO<sub>2</sub>e-afgift på tværs af alle udledningskilder. Der skal således ikke tages hensyn til forskelle i lækagerater mellem forskellige sektorer.

**Ved mål om global reduktion skal der tages højde for lækage**

Hvis det politisk ønskes at reducere de globale udledninger udover, hvad der følger af de internationale forpligtigelser eller nationale reduktionsmålsætninger, bør klimapolitikken i Danmark indrettes, så den tager højde for CO<sub>2</sub>e-lækage. Hensynet til de globale udledninger kan opfattes som en supplerende målsætning. Hvis en sådan supplerende målsætning skal forfølges omkostningseffektivt, skal klimainsatsen i et vist omfang forskydes fra sektorer med store lækageeffekter over til sektorer med små lækageeffekter. En sådan tilpasning af den danske klimapolitik vil øge de samfundsøkonomiske omkostninger.

**Optimal lækagekorrektur omfatter brug af handelspolitik**

I litteraturen er peget på, at det teoretisk optimale afgiftssystem til at mindske CO<sub>2</sub>e-lækage omfatter en ensartet indenlandsk CO<sub>2</sub>e-afgift kombineret med importafgifter og eksportsubsidier, som afspejler CO<sub>2</sub>e-indholdet i de importerede og eksporterede varer. Det er dog i praksis næppe muligt for Danmark at indføre importafgifter og eksportsubsidier.

**Lækagekorrigerede afgifter er lavere i sektorer med høj lækage**

En anden mulighed er at indføre en form for lækagekorrigerede afgifter på CO<sub>2</sub>e, som er lavere for sektorer, hvor lækageraten er høj. Lækagekorrigerede afgifter vil gøre det samfundsøkonomisk dyrere at opfylde de rent nationale forpligtelser og målsætninger. Til gengæld kan opnås en større global reduktion af CO<sub>2</sub>e for denne merpris.

**Betydningen af lækagekorrektion ved målopfyldelse i ikke-kvotesektoren**

For at illustrere betydningen af regulering med ensartede hhv. lækagekorrigerede afgifter er det i kapitel II undersøgt, hvor stor betydning lækagekorrektion har, hvis man i 2030 skal opnå en reduktion (manko) i udledningen i ikke-kvotesektoren på 4,0 mio. ton for at leve op til 2030-målet aftalt med EU.<sup>2</sup> Beregningen kan dog ikke ses som et forslag til en optimal politik til at mindske de globale udledninger gennem dansk klimapolitik. Det skyldes, at f.eks. brug af klimadifferentierede forbrugsafgifter eller reduktion af indvindingen af olie og gas fra Nordsøen potentielt også kan indgå i en optimal lækagekorrigeret dansk klimapolitik.

**Lave omkostninger ved reduktioner i landbruget – høje omkostninger for personbiler**

I beregningen tages udgangspunkt i en opgørelse af de samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger i 2030 i forskellige dele af ikke-kvotesektoren, som blev præsenteret i De Økonomiske Råds formandskab (2018). Her blev det fundet, at de marginale samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger var højere for personbiler end for landbruget og den øvrige del af ikke-kvotesektoren.

**Negativ lækagerate ved annullering af kvoter**

Danmark kan i henhold til aftale med EU også opfylde mankoen ved årligt at annullere kvoter svarende til 0,8 mio. ton. Beregninger tyder på, at der på lang sigt er en *negativ* lækagerate af pågældende type kvoteannulleringer på ca. -53 pct. Kvoteannulleringer har således en effekt på de globale udledninger, der er *større* end en-til-en. Den negative lækagerate afspejler, at der på lang sigt er en ekstra reduktion i den samlede mængde af kvoter i EU på grund af mekanismer knyttet til reformen af kvotemarkedet fra starten af 2018.

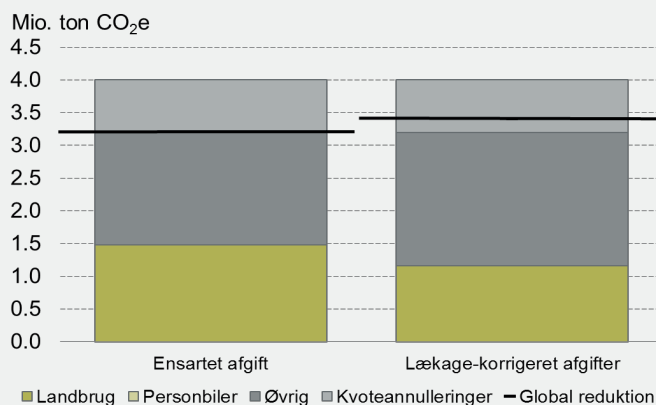
**Lille forskel på ensartet og lækagekorrigeret politik**

Beregningerne viser, at de forskellige sektors bidrag til opfyldelse af mankoen ikke ændres markant med lækagekorrigerede afgifter i stedet for en ensartet afgift, jf. figur C. På trods af at lækageraten er højere i landbruget end for andre dele af ikke-kvotesektoren, skal denne sektor fortsat bidrage væsentligt, selv om der lækagekorrigeres. Den høje lækagerate bidrager dog til, at reduktionerne i landbruget skal være lidt mindre ved den lækagekorrigerede politik end ved den ensartede afgift.

2) Beregningen illustrerer den yderligere indsats (manko), der er nødvendig for at opfylde reduktionsbehovet i ikke-kvotesektoren i 2030. Der er usikkerhed om den præcise størrelse af mankoen, så i kapitlet er også udført beregninger for en manko på 2,5 mio. ton. CO<sub>2</sub>e i 2030.

**FIGUR C ENSARTET OG LÆKAGEKORRIGERET REGULERING I IKKE-KVOTESEKTOREN**

Figuren viser fordelingen af reduktioner ved at opfylde en reduktionsforpligtelse i ikke-kvotesektoren i 2030 på 4,0 mio. ton CO<sub>2</sub>e ved en ensartet hhv. en lækagekorrigeret klimapolitik.



Anm.: De sorte vandrette linjer angiver den globale reduktion, som er mindre end den indenlandske reduktion på grund af lækage. Bidragene fra hver sektor er beregnet med udgangspunkt i de marginale omkostningskurver i De Økonomiske Råds formandskab (2018). I forhold til lignende beregninger præsenteret i pågældende rapport er her anvendt en højere kvotepris på 189 kr. pr. ton i 2030.

Kilde: Egne beregninger og De Økonomiske Råds formandskab (2018).

**Landbruget skal fortsat stå for en væsentlig del af reduktionerne**

Den forholdsvis beskedne effekt på landbrugets andel af reduktionerne ved at anvende lækagekorrigerede afgifter fremfor en ensartet afgift afspejler, at der i udgangspunktet er en samfundsøkonomisk gevinst ved at mindske udledningen af drivhusgasser for denne sektor. Det skyldes, at der er sidegevinster ved at mindske udledningen af drivhusgasser fra landbruget i form af bedre vandmiljø og mindre luftforurening. En anden måde at anskue dette på er, at man automatisk får de fleste af CO<sub>2</sub>e-reduktionerne i landbruget, hvis man lever op til de fastlagte mål for reduktion af kvælstofudledningen fra landbruget.

**Annullering af kvoter, men ikke yderligere regulering af personbiler**

Selvom lækageraten er meget lille for forbrug af transportbrændsler, indgår øgede afgifter på CO<sub>2</sub> fra personbiler ikke i den lækagekorrigerede afgiftspolitik. Det skyldes, at de marginale samfundsøkonomiske omkostninger ved yderligere reduktioner er relativt høje, da personbiler allerede i udgangspunktet er kraftigt reguleret. Beregningerne viser også, at kvoteannulleringer bør udnyttes, hvis mankoen i 2030 er 4,0 mio. ton CO<sub>2</sub>e, uanset om der benyttes en ensartet eller lækagekorrigeret afgiftspolitik. Hvis mankoen i stedet kun er 2,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e skal kvoteannulleringer kun anvendes, hvis der tages højde for lækagekorrektion.

**Begrænset effekt på global udledning af lækagekorrigeret politik i ikke-kvotesektoren**

På grund af lækagen vil reduktioner i udledningen af drivhusgasser i ikke-kvotesektoren i Danmark i et vist omfang blive modsvaret af øgede udledninger i øvrige lande. Reduktionen i de globale udledninger er angivet ved de vandrette sorte streger i figur C. Det fremgår, at der er relativ begrænset effekt på de globale udledninger af at indføre lækagekorrigerede afgifter i stedet for ensartede afgifter. Med en manko på 4 mio. ton i 2030 er der et fald i den globale udledning på 3,2 mio. ton med ensartede afgifter. Med lækagekorrigerede afgifter reduceres de globale udledninger med 3,4 mio. ton.

**Merpris for globale reduktioner på niveau med social cost of carbon**

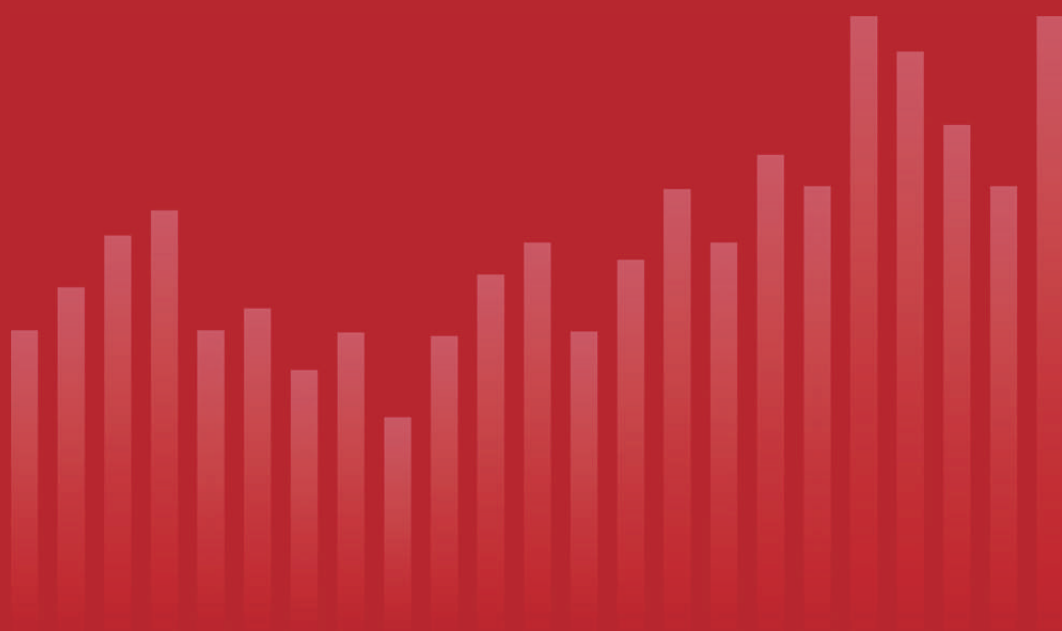
Der er en samfundsøkonomisk merpris ved at bruge lækagekorrigerede afgifter. Den samfundsøkonomiske merpris ved den ekstra globale reduktion er i beregningerne opgjort til hhv. 220 og 660 kr. pr. ton. ved en manko i ikke-kvotesektoren på hhv. 2,5 og 4,0 mio. ton i 2030. Dette er i nogenlunde samme størrelsesorden som bud på den globale marginale skadesomkostning for et ton CO<sub>2</sub>e-udledning – den såkaldte social cost of carbon.<sup>3</sup>

**Udenlandske studier tyder også på begrænset effekt af lækagekorrektion**

Udenlandske undersøgelser tyder ligeledes på, at der er relativ begrænset effekt af at indføre regulering, som søger at begrænse lækagen. Dette er ikke i sig selv et argument for at undlade at anvende en lækagekorrigeret klimapolitik, men det er vigtigt ikke at have urealistiske forventninger til effekten på de globale udledninger.

3) I De Økonomiske Råds formandskab (2017 og 2018) angives 563 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>e (2017-priser) som et godt bud på social cost of carbon baseret på et oversigtsstudie af Tol (2013). Det skal dog understreges, at der er stor usikkerhed om størrelsen af social cost of carbon.





De Økonomiske Råd   
Formandskabet

# **KAPITEL I** **MILJØ-** **PÅVIRKNING OG** **FORDELING**

## **KAPITEL I**

### **MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING**

#### **RESUME**

Kapitlet belyser forskelle i fordelingen af miljøbelastning af personer i Danmark ud fra geografisk detaljerede opgørelser af luftforurening ( $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{NO}_2$ ), trafikstøj og nærhed til natur.

Udenlandske undersøgelser har fundet, at miljøbelastningen er større for personer med lav indkomst sammenlignet med personer med høj indkomst. Det er også tilfældet i Danmark, men sammenhængen er meget svag. Til gengæld er der store forskelle i miljøbelastning mellem personer med samme indkomstniveau. Forskelle i indkomst er således ikke en væsentlig forklaring på forskelle i miljøbelastning mellem forskellige personer i Danmark.

Andre udenlandske analyser har fundet, at det i højere grad er arbejdsløse og personer med kort eller ingen uddannelse, som bor i boliger med den højeste miljøbelastning. Det er ikke tilfældet i Danmark. Tværtimod er der i Danmark lidt flere med en videregående uddannelse, som bor i boliger med højst miljøbelastning sammenlignet med alle boliger.

## I.1

## INDLEDNING

### Stort fokus på ulighed og fordeling

I dette kapitel belyses forskellige aspekter af miljø og fordeling. Fordeling er generelt et emne, der har stor politisk bevågenhed. Det gælder især i forhold til indkomstfordeling. Selv om Danmark internationalt set er et samfund med relativ lille ulighed, fremgår det af De Økonomiske Råds formandskab (2016), at uligheden i indkomst er steget i Danmark de seneste 25 år, samt at formuerne i Danmark er mere ulige fordelte end indkomsten.

### Grønne afgifter rammer lave indkomster relativt hårdere ...

I Danmark er der ofte fokus på de fordelingsmæssige effekter af grønne afgifter. Det fremføres således ofte i debatten, at grønne afgifter rammer personer med lav indkomst relativt hårdere end personer med høj indkomst. Undersøgelser tyder på, at dette er korrekt for så vidt angår afgifter på elektricitet, brændsler og vand, men ikke for bilrelaterede afgifter, jf. Skatteministeriet (2017) og De Økonomiske Råds formandskab (2009).

### ... men rammer miljøbelastningen også i højere grad lave indkomster?

Der har ikke i Danmark været tilsvarende fokus på fordelingsmæssige aspekter af selve miljøbelastningen. Det vides således ikke, om familier med lav indkomst overvejende bor steder med godt eller dårligt miljø. I dette kapitel er der derfor fokus på fordelingsmæssige aspekter af miljøbelastning.

### Udenlandske studier tyder på sammenhæng mellem lav indkomst og dårligt miljø

I udlandet er foretaget flere analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning. Disse analyser viser typisk, at personer med lav indkomst er mere udsat for miljøbelastning i form af f.eks. luftforurening eller støj end personer med høj indkomst, jf. f.eks. Banzhaf (2008) og Dias (2017). Det er imidlertid ikke oplagt, at det samme gør sig gældende i Danmark. Således er den gennemsnitlige indkomst høj i hovedstadsområdet, samtidig med at der generelt er mere luftforurening og støj end i resten af landet.

### Kapitlets formål

Det overordnede formål med kapitlet er at kortlægge forskelle i den miljøbelastning, som personer i Danmark udsættes for. Derudover undersøges, om der også i Danmark er en sammenhæng mellem miljøbelastning og indkomst. Endvidere vurderes det, om der er særlige grupper af befolkningen, som er udsat for høj miljøbelastning. Høj og langvarig miljøbelastning kan være særlig skadelig for børn. Derfor undersøges det også, om der blandt børn er særlige grupper, som lever hele deres barndom i boliger med høj miljøbelastning.

**Luftforurening, støj og nærhed til natur undersøges**

Konkret ses der i kapitlet på miljøbelastning ved støj fra vejtrafik og luftforurening i form af partikler ( $PM_{2,5}$ ) og kvælstofdioxid ( $NO_2$ ). Derudover ses også på gevinsten ved at bo tæt på skov, sø og kyst. I kapitlet bruges fællesbetegnelsen *miljøpåvirkninger*, som både omfatter de negative miljøbelastninger fra luftforurening og støj samt gevinsten ved nærhed til natur.

**Analyse ud fra miljøpåvirkning ved bopælen**

I kapitlet ses på miljøpåvirkningerne ved alle boliger i Danmark. Disse oplysninger kobles med oplysninger om beboernes indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika. Det gør det muligt at belyse sammenhængen mellem indkomst og de medtagne miljøpåvirkninger for hele Danmarks befolkning.

**Afgrænsninger**

Det har ikke været muligt at medtage alle miljøpåvirkninger i analysen. Tilgængeligheden af landsdækkende og komplette data, der kan knyttes direkte til bopælen, har været med til at afgrænse, hvilke miljøpåvirkninger som er medtaget i analysen. Som eksempel findes der ikke komplette data for befolkningens indtag af pesticider gennem fødevarer eller eksponering for forskellige kemikalier. Som et andet eksempel er det ikke oplagt, hvordan afledte gevinster ved biodiversitet kan knyttes til personer i Danmark. Resultater fra kapitlet skal derfor kun tolkes i forhold til de miljøpåvirkninger, der er inkluderet. Mange udenlandske undersøgelser ser dog alene på en enkelt type miljøbelastning, og så vidt vides, er der ikke tidligere gennemført analyser af fordeling af miljøpåvirkning i Danmark.

**Kapitlets indhold**

I afsnit I.2 gennemgås kort den eksisterende litteratur omkring fordeling af miljøpåvirkninger. Her beskrives mekanismer, der kan forklare sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkninger. I dette afsnit opsummeres også udenlandske empiriske undersøgelser, som belyser sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst samt andre socioøkonomiske variable. I afsnit I.3 beskrives de anvendte data. Analyser af fordelingen af miljøpåvirkninger præsenteres i afsnit I.4. Her ses dels på sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst, dels på om miljøpåvirkningerne i sig selv er ulige fordelt i befolkningen ud fra bl.a. Lorenz-kurver og gini-koefficienter. I afsnit I.5 ses på, om der er bestemte grupper af børn, som er udsat for høj miljøbelastning. Kapitlet afsluttes med en sammenfatning i afsnit I.6.

## I.2

## TEORI OG LITTERATUR

### Indhold i afsnittet

Dette afsnit starter med en kort præsentation af forskellige teoretiske forklaringer af sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning. Derefter opsummeres tidligere empiriske analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøpåvirkning. I dele af litteraturen har der været særlig fokus på sårbare grupper, hvor miljøpåvirkning kan have alvorligere konsekvenser end for den generelle befolkning. Dette beskrives sidst i afsnittet.

### TEORETISKE FORKLARINGER AF SAMMENHÆNGEN MELLEM INDKOMST OG MILJØ

#### Omfattende litteratur om indkomst, vækst og miljø

Der er en omfattende miljøøkonomisk litteratur om sammenhængen mellem indkomst og miljø. En del af denne litteratur er knyttet til den såkaldte miljø-Kuznetskurve. Denne kurve udtrykker en hypotese om, at sammenhængen mellem et lands miljøbelastning og indkomstniveau har form som et omvendt U. I et land med lavt bruttonationalprodukt (BNP) er miljøbelastningen også lav. Efterhånden som BNP stiger, vokser miljøbelastningen også, men kun til et vist punkt. Derefter begynder miljøbelastningen at falde i takt med øget velstand. Stigningen i miljøbelastningen skyldes, at der kommer mere forurening, når produktion og indkomst stiger. Det senere fald i miljøbelastningen afspejler en forventning om, at et godt miljø bliver stadig vigtigere for borgerne, efterhånden som de materielle behov er opfyldt. Miljø-Kuznetskurven er primært relateret til miljøbelastning og vækst i indkomst over tid på nationalt niveau, jf. Kijima mfl. (2010).

#### Sammenhæng mellem indkomst og miljø på individuelt niveau

Andre dele af den miljøøkonomiske litteratur har fokus på indkomst og miljøbelastning på individniveau. Her findes overordnet tre forskellige forklaringer på sammenhængen mellem personers indkomst og miljøpåvirkning. De to af forklaringerne bygger på afvejningen mellem et godt miljø og andre typer af goder (producerede varer og serviceydelser). Den tredje forklaring anlægger en mere politisk forklaring på sammenhængen mellem indkomst og miljø.

#### Markedsmekanismen

En ofte fremført forklaring på en negativ sammenhæng mellem indkomst og miljø betegnes her *markedsmekanismen*. Denne forklaring tager udgangspunkt i, at de fleste personer opfatter en bolig i et område uden miljøbelastning som et gode, de er villige til at betale mere for. Dette presser, alt andet lige, boligpriserne (og huslejerne) op i områder med lav miljøbelastning. Det betyder, at personer med høj

indkomst har bedre mulighed for at bosætte sig i disse områder. Omvendt vil personer med relativ lave indkomster have en tendens til at bosætte sig i områder med højere miljøbelastning grundet de lavere boligpriser. Markedsmekanismen tilsiger dermed, at personer med lav indkomst i højere grad bor i områder med højere miljøbelastning, jf. f.eks. Banzhaf (2008), Currie (2011) og Bouiver (2014).

#### Afvejningsmekanismen

En anden forklaring betegnes *afvejningsmekanismen*, jf. eksempelvis Bouiver (2014).<sup>1</sup> Ud fra afvejningsmekanismen kan der være en positiv sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning. Mekanismen bygger på, at indkomstmulighederne varierer mellem områder, og at der kan være en tendens til, at indkomspotentialet er størst i de områder, der er mest miljøbelastede. Det kan eksempelvis være større byer, hvor der ofte er relativ høj miljøbelastning, men som samtidig typisk er karakteriseret ved mere velfungerende arbejdsmarkeder og bedre infrastruktur, hvilket kan give mulighed for en højere aflønning. Dette betyder, at den enkelte husstand kan stå over for en afvejning mellem at bosætte sig i et område med relativ høje indtjeningsmuligheder og relativ høj miljøbelastning eller, at bosætte sig i et område med lavere indtjeningsmuligheder men til gengæld mindre miljøbelastning. Afvejningsmekanismen tilsiger således, at personer med lav indkomst (i modsætning til markedsmekanismen) i højere grad bor i områder med mindre miljøbelastning, jf. f.eks. Cropper og Arriaga-Salinas (1980) samt Bouiver (2014).

#### Politisk allokering

Den tredje forklaring på en sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning, betegnes *politisk allokering*.<sup>2</sup> Tankegangen er her, at personer med relativ lav indkomst har mindre politisk indflydelse. Det kan f.eks. betyde, at der vil være en tendens til, at modstanden mod at placere f.eks. en større vej eller en forurenende virksomhed vil være mindre i områder med relativ lav indkomst. Denne tendens kan (i lighed med markedsmekanismen) føre til, at personer med lav indkomst bor i områder med højere miljøbelastning, jf. f.eks. Bouiver (2014), Dias (2017), Banzhaf (2008) og Pastor mfl. (2001).

#### Virkeligheden kan afspejle alle tre mekanismer

De omtalte mekanismer er ikke gensidigt udelukkende og kan derfor godt være i spil samtidigt, jf. Zwickl mfl. (2014). For eksempel kan valget mellem, om man vil bosætte sig i forskelle dele af Danmark være præget af afvejningsmekanismen. Man kan f.eks. bo i hovedstadsområdet, hvor der er bedre indkomstmuligheder, men også

---

1) Afvejningsmekanismen kaldes i den engelsksprogede litteratur for "Trade-off hypothesis".

2) Forklaringen om politisk allokering udspringer af litteraturen om "Environmental injustice".

større miljøbelastning, eller man kan i stedet bo i Vestjylland, hvor indtjeningsmulighederne er dårligere, men hvor der er mindre miljøbelastning. Når man så har valgt, hvilken landsdel man vil bo i, kan valget af bolig indenfor den valgte landsdel afspejle markedsmekanismen. Hvis man f.eks. bor i hovedstadsområdet, så vil den realiserede indkomst (og personlige præferencer) være afgørende for, om man vælger at bo i et område med lav eller høj miljøbelastning. Politisk allokering gennem placeringen af f.eks. veje eller forurenende virksomheder vil kunne forstærke virkningen af markedsmekanismen indenfor en landsdel.

### EMPIRISKE ANALYSER AF SAMMENHÆNGEN MELLEM INDKOMST OG MILJØ

**Sammenhæng mellem indkomst og miljø belyses i litteraturen**

En række udenlandske studier har undersøgt sammenhængen mellem personers indkomst og miljøpåvirkning. Der er især gennemført analyser for luftforurening, men der findes også empiriske analyser af sammenhængen mellem indkomst i forhold til jordforurening, støj samt nærhed til affaldsanlæg og grønne områder.

**Personer med lav indkomst har dårligere miljø**

De empiriske undersøgelser finder generelt, at personer med lav indkomst er udsat for en relativ høj miljøbelastning, jf. tabel I.1. Andre studier har set på sammenhængen mellem miljøbelastning og socio-økonomiske karakteristika som uddannelse og arbejdsløshed, der er stærkt korreleret med indkomst. Disse studier finder, at personer med lav uddannelsesgrad og personer berørt af arbejdsløshed er udsat for en højere miljøbelastning, jf. f.eks. Briggs mfl. (2008) og Mitchell mfl. (2015).

**Sammenhæng til etniske minoriteter er belyst flere steder**

Derudover belyser flere undersøgelser sammenhængen mellem miljøpåvirkning og etnicitet. Her findes typisk, at etniske minoriteter bor i områder med højere miljøbelastning end andre grupper i samfundet, jf. bl.a. Brooks og Sethi (1997) og Saha og Mohai (2005).



**TABEL I.1 ANALYSER AF SAMMENHÆNGEN MELLEM MILJØ, INDKOMST OG SOCIOØKONOMISKE KARAKTERISTIKA**

	Land	Miljøpåvirkning	Variable	Sammenhæng
Banzhaf og Walsh (2009)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Been og Gupta 1997	USA	Lufforurening	Indkomst, etniske minoriteter	Ingen
Boile og Fromme (2008)	Tyskland	Lufforurening, støj	Indkomst	Negativ
		Grønne områder	Indkomst	Positiv <sup>a)</sup>
Bouvier (2014)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Boyce mfl. (2016)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Briggs mfl. (2008)	UK	Lufforurening	Indkomst, uddannelse og beskæftigelse	Negativ, men regional forskel
Brooks og Sethi (1997)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
		Etniske minoriteter		Større belastning
Chaix mfl. (2006)	Sverige	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Currie (2011)	USA	Lufforurening	Etniske minoriteter	Større belastning
			Kort uddannelse	
Gray og Shadbegian (2004)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Hanna (2007)	USA	Jord- og industriforurening, affaldsanlæg	Indkomst, huspriser	Negativ
Mitchell mfl. (2015)	UK	Lufforurening	Arbejdsløshed, lejebolig, ingen bil, mange i husstanden	Større belastning
Pastor mfl. (2001)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
			Etniske minoriteter	Større belastning
Saha og Mohai (2005)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
			Etniske minoriteter	Større belastning
Vornovitsky og Boyce (2010)	Rusland	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Zwickl mfl. (2014)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
			Etniske minoriteter	Negativ, men regional forskel
				Større belastning

a) "Positiv" betyder, at der ved højere indkomst ses adgang til flere grønne områder.

Anm.: Angivelsen "negativ" betyder, at der ved lavere indkomst, uddannelse og/eller beskæftigelse samt højere arbejdsløshed ses større miljøbelastning. Litteraturen er opstillet i alfabetisk rækkefølge.

## GEOGRAFISKE FORSKELLE I FORDELING AF MILJØPÅVIRKNING

### Geografisk variation i fordeling af miljøpåvirkninger

Der er ofte geografiske forskelle i miljøbelastningen. For eksempel finder Boyce mfl. (2016) store geografiske forskelle i niveauet for luftforurening mellem amerikanske stater, og Briggs mfl. (2008) finder ligeledes store forskelle i luftforureningen mellem forskellige områder i England.

### Sammenhængen mellem indkomst og miljø kan afhænge af geografisk aggregeringsniveau

Som følge af geografiske forskelle i miljøbelastning argumenteres i dele af litteraturen for, at mange undersøgelser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning har været udført på et for aggregeret geografisk niveau, jf. Cutter mfl. (1996) og Bowen (2002). Konsekvensen heraf har angiveligt været, at sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkninger er blevet sløret.

### Forskellige sammenhænge inden for og mellem pendlingsoplande

Som beskrevet tidligere kan man forestille sig, at der er modsatrettede sammenhænge mellem personers indkomst og miljøbelastning, når man ser på tværs af forskellige områder, og når man ser indenfor et mere geografisk afgrænset område. Det er således tænkeligt, at sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning på tværs af forskellige områder især afspejler afvejningsmekanismen, mens sammenhængen indenfor et givet område i højere grad kan afspejle markedsmekanismen. Det er derfor relevant at undersøge sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning både mellem områder og indenfor forskellige geografiske områder, jf. Zwickl mfl. (2014). I de analyser, der præsenteres i afsnit I.4, ses derfor både på sammenhængen mellem indkomst og miljø indenfor pendlingsoplande og mellem forskellige pendlingsoplande i Danmark.<sup>3</sup> Pendlingsopland er valgt som geografisk enhed, fordi personer i høj grad bor og arbejder i samme pendlingsopland.

## SÅRBARE GRUPPER

### Sårbare grupper

Der kan være grupper i samfundet, hvor de helbredsmæssige effekter ved en given koncentration er større end for den generelle befolkning. Det vil sige, at selvom alle i befolkningen er udsat for den samme grad af luftforurening, kan konsekvenserne for disse grupper være større end for den generelle befolkning, jf. bl.a. Almond mfl.(2018), Voorheis (2017) og Mirabelli mfl. (2016). Disse grupper betegnes her som *sårbare* grupper.

3) Se afsnit I.3 og baggrundsnotat for mere information om pendlingsoplande. Baggrundsnotatet er tilgængeligt på [www.dors.dk](http://www.dors.dk).

**Ældre er en sårbar gruppe**

Ældre betragtes ofte som en sårbar gruppe, idet luftforurening kan have større negative sundhedseffekter for ældre end for den generelle befolkning. Studier har vist, at især partikelforurening kan forårsage en øget mængde af indlæggelser og for tidlig død blandt ældre, jf. Simoni mfl. (2015). For eksempel har Franklin mfl. (2007) fundet, at der for individer over 65 år, er forøgede helbredseffekter ved udsættelse for PM<sub>2,5</sub> i forhold til den generelle befolkning.

**Børn er en sårbar gruppe**

Børn kan også betragtes som en sårbar gruppe. For eksempel er der påvist forøgede helbredseffekter forbundet med luftbårne partikler (PM<sub>2,5</sub>) i forhold til den generelle befolkning, jf. WHO (2013). Konsekvenserne af de helbredsmæssige effekter kan betyde, at børns præstationer senere i livet påvirkes målt på f.eks. uddannelsesniveau og indkomst, jf. Almond mfl. (2018).

**Tidlig miljøbelastning af børn er særligt bekymrende**

Derudover finder Beverland mfl. (2012), at de skadelige stoffer forbundet med luftforurening har en tendens til at akkumulere sig i kroppen. Længere tids udsættelse kan derfor medføre større sundhedsrisici. Nogle studier peger også på, at en tidlig eksponering af børn kan være særligt bekymrende, fordi deres luftveje og immunsystem ikke er udviklet, og fordi en stærkere reaktion end hos voksne er sandsynlig, jf. Fan mfl. (2015) og Khalili mfl. (2018). For eksempel er der 20 gange større risiko for at børn får bronkitis, end det er tilfældet for voksne og en halv gang større risiko for akut mortalitet grundet PM<sub>2,5</sub>, jf. Andersen (2018). I litteraturen er det ligeledes vist, at miljøbelastninger i fosterstadiet også kan have konsekvenser for bl.a. uddannelse og indkomst senere i livet, jf. Currie (2016).

**Forældres baggrund og indkomst har betydning for graden af forurening børn udsættes for**

Flere studier finder en sammenhæng mellem forældres baggrund og indkomst og graden af luftforurening deres børn udsættes for. For eksempel tyder nogle undersøgelser på, at mødre med kort eller ingen uddannelse oftere bor i områder med høj luftforurening, jf. Currie (2011) og Currie og Walker (2011). Andre studier viser endvidere, at forældre med en lav indkomst er bosatte i områder med høj luftforurening, jf. Chaix mfl. (2006).

**Bidraget til miljøbelastning til negativ social arv?**

Samlet set giver dette en risiko for, at høj miljøbelastning kan bidrage til negativ social arv, jf. Currie (2011). Børn af forældre med lav indkomst og dårlig uddannelse bor tilsyneladende i højere grad i områder med høj miljøbelastning. Den højere miljøbelastning kan øge risikoen for, at disse børn får dårligere uddannelse og lavere indkomst senere i livet. Det er derfor relevant at undersøge, om det i Danmark især er børn af personer med kortere uddannelse og lav indkomst, som vokser op i de mest miljøbelastede områder. Dette undersøges i afsnit I.5.

## I.3

## BESKRIVELSE AF DATA

### Indhold i afsnittet

Formålet med afsnittet er at give et overblik over de data, der anvendes senere i kapitlet. I kapitlet er det valgt at se på luftforurening, støj fra vejtrafik og nærhed til natur. Dette valg diskuteres og begrundes indledningsvist kort. Da de senere analyser blandt andet benytter sig af en geografisk opdeling efter pendlingsoplande, defineres disse efterfølgende. Herefter beskrives data for de tre betragtede miljøpåvirkninger, dvs. data for eksponering af luftforurening, data for vejtrafikstøj samt data om nærhed til natur. Det beskrives specifikt, hvordan disse informationer kobles til adresser i Danmark og derefter til personer. Der er en uddybende beskrivelse af de anvendte data i et tilhørende baggrundsnotat, der er tilgængeligt på [www.dors.dk](http://www.dors.dk).

### MILJØPÅVIRKNINGER I DANMARK

#### Datatilgængelighed ligger bag valget af de analyserede miljøpåvirkninger

Der findes en række forskellige miljøbelastninger. Mange af disse varierer geografisk bl.a. afhængig af, hvor de lokale kilder til forurening er placeret. Et væsentligt kriterium for valget af de miljøpåvirkninger, der indgår i kapitlets analyser, er, at der foreligger geografisk differentierede data af rimelig kvalitet. For at kunne analysere sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst er det således nødvendigt med geografisk differentierede data på adresseniveau. Dette gør det muligt at koble udbredelsen af miljøpåvirkningerne med boliger og de personer, der bor i dem.

#### Det er valgt at se på luftforurening, trafikstøj og nærhed til natur

Konkret er det valgt at fokusere på luftforurening, trafikstøj og nærhed til natur. De undersøgte miljøpåvirkninger vurderes at være samfundsøkonomisk betydningsfyldte og fordelingsmæssigt interessante på grund af den geografiske og personlige variation i effekter. Luftforurening afgrænses til kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) og luftbårne partikler (PM<sub>2,5</sub>). Støj opgøres som støjpåvirkning fra vejtrafik. Nærhed til natur opgøres ud fra nærhed til skov, sø og kyst.

#### Luftforurening er den største helbredsrelaterede miljøtrussel i Europa

Luftforurening vurderes at være den største helbredsrelaterede miljøtrussel i Europa, hvor luftbårne partikler (PM), NO<sub>2</sub> og Ozon (O<sub>3</sub>) er blandt de største bidragsydere. Det Europæiske Miljøagentur har opgjort, at PM<sub>2,5</sub> er ansvarlig for ca. 400.000 for tidlige dødsfald om året i EU, mens det tilsvarende tal for NO<sub>2</sub> er ca. 75.000, jf. EEA (2017).<sup>4</sup>

4) Ifølge EEA, er O<sub>3</sub> ansvarlig for ca. 14.000 for tidlige dødsfald om året, jf. EEA (2017). Også svovldioxid (SO<sub>2</sub>) bidrager til luftforurening – dog i mindre grad. O<sub>3</sub> og SO<sub>2</sub> er

**Trafikstøj er det næststørste miljøproblem i EU**

Tilsvarende vurderes det, at 125 mio. mennesker på europæisk plan er påvirket af trafikstøj, og at over 20 mio. mennesker er direkte generet. WHO har derfor udpeget trafikstøj som det næststørste miljøproblem i EU, kun overgået af luftforurening, jf. Jensen mfl. (2016).

**Miljøpåvirkninger relateres udelukkende til boligen**

Opgørelsen af miljøpåvirkningerne i dette kapitel relateres udelukkende til de miljøpåvirkninger, der kan modelleres omkring boligen. Miljøpåvirkning i forbindelse med ophold uden for boligen indgår dermed ikke, ligesom miljøpåvirkninger på arbejdspladsen ikke indgår i analyserne. Tilsvarende indgår miljøpåvirkning inde i boligen, der skyldes interne forhold (f.eks. anvendelse af stearinlys eller brug af brændeovn) heller ikke.

**En række miljøpåvirkninger indgår ikke**

Endelig er der en række miljøpåvirkninger, som ikke indgår i opgørelsen. Dette gælder for eksempel risikoen for at bo på, eller i nærheden af, en forurenet grund og eksponering for kemiske stoffer i forskellige produkter. En anden miljøpåvirkning er visuelle gener i forbindelse med f.eks. vindmøller, fabrikker og veje, og dertil kommer lugtgener i forbindelse med f.eks. trafik og forskellige typer af produktion. Derudover kommer f.eks. risiko for radonpåvirkning i boligen og risici i forbindelse med klima og temperaturstigninger, som f.eks. risikoen for oversvømmelse af sin bolig. Endvidere er der i forbindelse med trafik, betydelige gener forbundet med trængsel på vejene og risiko for ulykker. Endelig kan nævnes værdien af flora og fauna (biodiversitet), der dog er medtaget i et vist omfang i form af værdien af nærhed til søer, skove og kyststrækninger.

**Væsentlige miljøpåvirkninger er medtaget**

Overordnet set, er luftforurening en meget væsentlig miljøpåvirkning, hvor størstedelen af helbredsomkostningerne er med i dette kapitel i form af PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>. Støj fra vejtrafik er ligeledes en væsentlig miljøpåvirkning, hvorom opmærksomheden, ikke mindst i Danmark, er steget de seneste år, jf. Jensen mfl. (2016). Dermed er der i dette kapitel medtaget væsentlige bidrag til miljøpåvirkninger i Danmark – men de kan ikke opfattes som dækkende for den totale miljøpåvirkning, som personer i Danmark udsættes for.

## LUFTFORURENING, TRAFIKSTØJ OG NÆRHED TIL NATUR

**Data opgøres pr. bolig ...**

I det følgende redegøres for data anvendt til opgørelsen af luftforurening, trafikstøj og nærhed til natur. Hver miljøpåvirkning kobles til boliger i Danmark. Dermed fås et datasæt, hvor der for hver bolig i

---

ikke medtaget i denne analyse, da opgørelsen af de to stoffer ikke findes på adresse-niveau.

Danmark er tilknyttet oplysninger om koncentration af luftforurening, støj fra vejtrafik, og afstand til natur defineret ved skove, søer og kyster.

#### ... og pr. person

Til hver person i boligerne knyttes oplysninger om indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika ud fra registerdata fra Danmarks Statistik. Ud fra eksponering-respons funktioner samt enhedspriser for luftforurening og trafikstøj er det desuden muligt at tilknytte forventede helbredseffekter og -omkostninger til hver person i boligerne. Yderligere er det muligt at koble geneomkostninger ved at bo støjnært og gevinster ved at bo tæt på natur til hver person. Alle værdier i data beregnes i 2017-priser ud fra udviklingen i nominel BNP pr. indbygger, jf. Finansministeriet (2017).

#### Analyserne foretages på flere geografiske niveauer

Når miljøpåvirkninger varierer geografisk, vil valget af bolig have betydning for, hvor store miljøpåvirkninger personerne udsættes for. Imidlertid er boligvalget ofte afgrænset geografisk af blandt andet beskæftigelsesmuligheder, mens valg af bolig indenfor det geografiske område typisk vil være bestemt af blandt andet præferencer for natur, miljø, kvalitet af institutioner og offentlig service. Der foretages derfor i dette kapitel analyser af fordeling både mellem og indenfor lokale arbejdsmarkeder.

#### Pendlingsopland anvendes som geografisk analyseenhed

En måde at definere lokale arbejdsmarkeder geografisk er via pendlingsoplande. Et pendlingsopland er et område, hvor størstedelen af de beskæftigede personer både bor og arbejder, samtidig med at arbejdsgivere også rekrutterer størstedelen af deres ansatte fra området. Et pendlingsopland kan således opfattes som et lokalt arbejdsmarked, jf. Danmarks Statistik (2016). Der er i Danmark defineret 29 pendlingsoplande, der hver omfatter en række kommuner.

#### København er langt større end de andre pendlingsoplande

København er det pendlingsopland, der med næsten 2 mio. indbyggere, er klart det største. Herefter kommer Aarhus og Aalborg med henholdsvis godt en ½ mio. og knap 400.000 indbyggere. I den anden ende af størrelsesskalaen ligger Ærø, der med godt 6.000 indbyggere, er det mindste selvstændige pendlingsopland.

#### Resten af afsnittet

I det følgende redegøres for data for de udvalgte miljøpåvirkninger, helbredseffekterne blandt befolkningen og værdisætningen heraf.

## LUFTFORURENING

### Luftforureningsdata fra Aarhus Universitets EVA- system

De anvendte data for luftforurening stammer fra modellerede koncentrationer af luftforurening fra Aarhus Universitet.<sup>5</sup> Koncentrationerne er opgjort for hver bolig i Danmark som årsmiddelkoncentrationen i 2012. På baggrund af Aarhus Universitets EVA-model, som beskriver sammenhængen mellem luftforurening og helbredseffekter, beregnes de forventede helbredseffekter og heraf afledte helbredsomkostninger for alle personer i Danmark.<sup>6</sup>

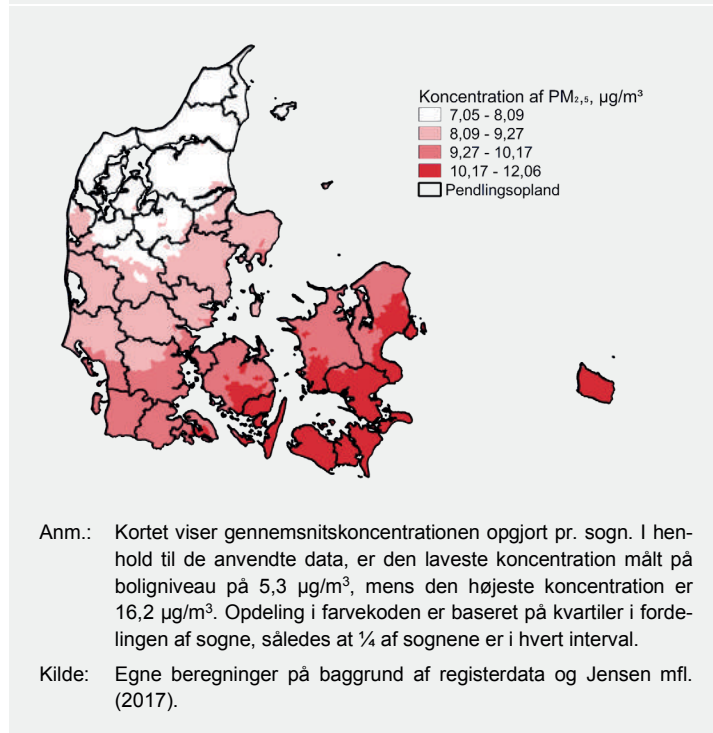
### En stor del af PM<sub>2,5</sub> forureningen stammer fra udlandet

Luftforurening stammer fra mange forskellige kilder, hvoraf størstedelen er menneskeskabt. De primære kilder til PM<sub>2,5</sub> er forbrændingsprocesser, hvor PM<sub>2,5</sub> dels udledes direkte, dels dannes ved interaktion med gasser og andre partikler i atmosfæren. Udover Danmarks eget bidrag af PM<sub>2,5</sub>, primært gennem forbrænding i brændeovne og via biltrafik, kommer en stor del af PM<sub>2,5</sub>-luftforureningen fra andre lande, primært Tyskland og Storbritannien og via skibstrafik, jf. Ellermann mfl. (2014) og Brandt mfl. (2015). Dette resulterer i, at koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> falder jo længere mod nordvest man kommer, jf. figur I.1.

---

5) Datagrundlaget stammer fra projektet "Luften på din vej". Nærmere oplysninger om projektet findes på [www.luftenpaadinvej.au.dk](http://www.luftenpaadinvej.au.dk). Se Jensen mfl. (2017) for beskrivelse af data og modelleringstilgang.

6) EVA står for Economic Valuation of Air pollution. EVA-systemet er et integreret modelsystem, der angiver, hvordan døde- og sygeligheden påvirkes af koncentrationer af forskellige stoffer i luften, herunder PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>. I EVA-systemet er desuden angivet helbredsomkostninger for hver af de integrerede helbredseffekter. EVA-systemet er udviklet ved Institut for Miljøvidenskab, Aarhus universitet, jf. Brandt mfl. (2016) og Andersen (2018).

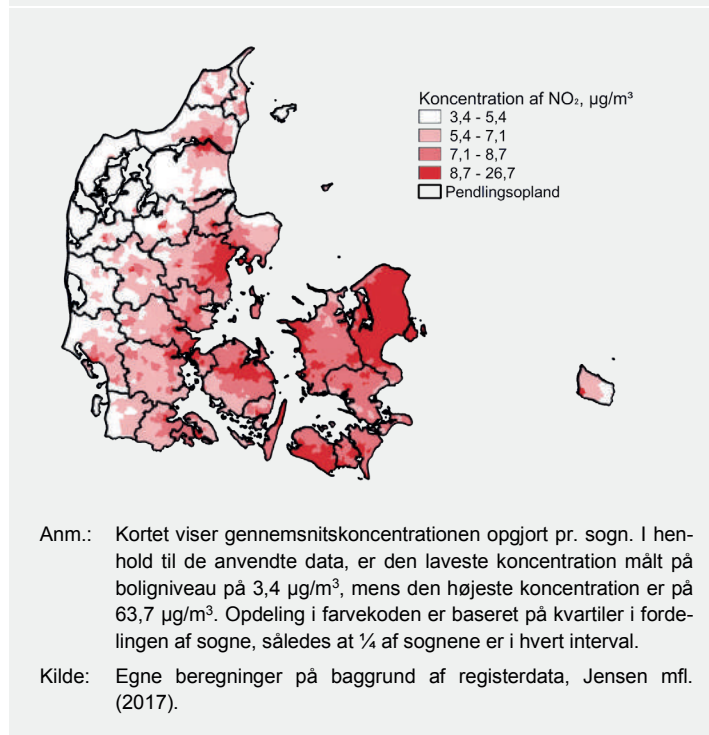
**FIGUR I.1 PM<sub>2,5</sub> KONCENTRATION**


**NO<sub>2</sub> stammer primært fra forbrændingsprocesser**

Dannelse af NO<sub>2</sub> sker primært ved omdannelse af NO i atmosfæren. NO dannes ved forbrænding ved høje temperaturer, primært i kraftværker og gennem forbrændingsprocesser i f.eks. bilmotorer og ved skibstrafik. Bidragene kommer fra både danske og udenlandske kilder. Koncentrationen af NO<sub>2</sub> falder, jo længere mod vest man bevæger sig, hvilket primært skyldes høje koncentrationer af NO<sub>2</sub> i forbindelse med skibstrafik i Øresund og Storebælt, jf. figur I.2.



**FIGUR I.2 NO<sub>2</sub> KONCENTRATION**



**Luftforureningsdata  
opgøres med  
udgangspunkt i  
gadekoncentrationer**

Data for luftforurening er opgjort som gadekoncentrationer, der er lokale koncentrationer modelleret på adresseniveau. De steder i Danmark, hvor der ikke er en lokal registreret kilde, anvendes baggrundskoncentrationer, der siger noget om gennemsnitsbelastningen indenfor et større område. I boks I.1 er beskrevet, hvordan koncentrationer af PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> er modelleret og tilknyttet alle boliger i Danmark.

**Eksterne effekter af  
luftforurening**

Luftforurening skaber eksterne effekter i form af påvirkning af menneskers helbred. Derudover skader luftforurening naturen. De effekter og omkostninger, der medtages i dette kapitel, er de personlige helbredsomkostninger, da skader på natur ikke umiddelbart kan henføres til enkelt personer eller adresser.

**Helbreds  
omkostninger  
beregnes pr. person**

Med udgangspunkt i de modellerede koncentrationer af luftforurening omkring hver persons bolig beregnes helbredsomkostninger pr. person i boligen. Helbredsomkostningerne pr. person beregnes ud fra enhedsomkostninger forbundet med de forskellige helbredseffekter opgjort i EVA-systemet. Beregningen af helbredsomkostninger er ligeledes beskrevet i boks I.1. Omkostningerne ved luftforurening

dækker f.eks. køb af medicin og tabte arbejdsdage. Dertil kommer beregnede omkostninger i forbindelse med for tidlig død opgjort i form af statistisk liv og tabte leveår, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2016).

**De totale  
helbredsmæssige  
omkostninger ved  
luftforurening  
undervurderes**

I beregningen af de helbredsrelaterede omkostninger ved luftforurening på adresseniveau har det kun været muligt at medtage effekten ved eksponering af  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$ . Der mangler således effekten fra f.eks. eksponering af ozon og svovlforbindelser samt andre  $NO_x$ -forbindelser. Dermed underestimeres de helbredsmæssige effekter ved luftforurening i et vist omfang.

## **BOKS I.1 LUFTFORURENINGSKONCENTRATIONER OG OMKOSTNINGER**

### **Opgørelse af koncentrationer pr. bolig**

Modeller til beregning af luftkoncentrationer er baseret på opgørelser af, hvor forureningen kommer fra kombineret med modellering af, hvordan denne spredes. Luftforureningsdata i forbindelse med  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$  kommer fra Aarhus Universitet, jf. Jensen mfl. (2017). Bagvedliggende oplysninger om eksponering i forbindelse med trafik fra vejnettet kommer fra Landstrafikmodellen (LTM), der er udviklet af Transport DTU. Koncentrationerne til nærværende analyse er opgjort som årsmiddelkoncentrationen i 2012, hvilket på tidspunktet for analysen var nyeste opgørelse af luftforureningskoncentrationer på adresseniveau.

Opgørelse af luftkoncentrationer på adresseniveau er opgjort med udgangspunkt i gadekoncentrationer. Gadekoncentrationer er en samlet opgørelse af den generelle luftforurening og det direkte bidrag fra den nærliggende trafik. Beregningen af gadekoncentration medtager lokale forhold, der kan påvirke den lokale koncentration. Dette inkluderer blandt andet trafikmængde samt vejretning og højde på bygninger i forskellige vindretninger. Gadekoncentrationerne er opgjort på adresseniveau. I de områder i Danmark, hvor der ikke er et direkte bidrag fra lokale kilder og derfor ikke en beregnet gadekoncentration, anvendes alene den generelle luftforurening opgjort som baggrundskoncentration. Baggrundskoncentrationer er opgjort indenfor et område på 1 x 1 km uden registrerede kilder. Indenfor dette område tildeles alle boliger den samme gennemsnitsværdi for luftforureningskoncentrationen af henholdsvis  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$ .

Data er begrænset af, at gadekoncentrationerne kun er modelleret for boliger langs med vejnettet i Landstrafikmodellen (LTM). I LTM er ikke medtaget mindre veje, hvilket betyder, at i områder, hvor der kun er mindre veje, vil bidraget til luftforurening udelukkende bestå af baggrundskoncentrationer. Da gadekoncentrationerne for mindre veje ikke er inddraget i LTM, vil koncentrationen af både  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$  være underestimeret. Da det kun er gadekoncentrationerne fra mindre veje, som ikke er medtaget og dermed kun små ekstra koncentrationer, der ikke er med, vurderes det, at dette ikke vil underestimere det samlede bidrag væsentligt.

*Fortsættes*

## BOKS I.1 LUFTFORURENINGSKONCENTRATIONER OG OMKOSTNINGER, FORTSAT

### Beregninger af helbredsomkostninger pr. person

Helbredseffekterne for PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> fastlægges med udgangspunkt i såkaldte eksponerings-respons funktioner (ER-funktioner), der kommer fra Aarhus Universitets EVA-system, jf. Brandt mfl. (2016) og Andersen (2018). ER-funktionerne angiver, hvordan dødelighed og sygelighed påvirkes af koncentrationen af henholdsvis PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>, og er baseret på empirisk fastlagte sammenhænge mellem luftforurening og en række forskellige helbredseffekter.

Helbredseffekterne dækker blandt andet over risiko for bronkitis og astma hos børn og voksne samt risiko for indlæggelse som følge af åndedrætsbesvær og hjertekarsygdomme. Dertil kommer risiko for akut død (akut mortalitet) og risiko for død efter længere tids eksponering (kronisk mortalitet). For hver helbredseffekt der indgår i EVA-systemet er der angivet en enhedsomkostning. Helbredsomkostningen pr. år pr. helbredseffekt pr. enhed koncentration af henholdsvis PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> kan derefter beregnes og overføres til personer i Danmark. Den totale helbredsomkostning pr. person beregnes herefter ud fra den modellerede koncentration af PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> ved hver persons bolig. Udover enhedsomkostningerne i EVA-systemet anvendes værdier for statistik liv og tabte leveår ud fra metoden opgjort i De Økonomiske Råds formandskab (2016). Alle værdier er opgjort i 2017-priser. I et baggrundsnotat findes yderligere oplysninger om helbredseffekter og enhedsværdier.

I EVA-systemet er medtaget de væsentligste veldokumenterede sammenhænge mellem koncentrationer af stoffer og helbredseffekter. Dermed indgår ikke alle identificerede helbredseffekter. De samlede helbredsomkostninger ved luftforurening pr. person kan derfor være undervurderede.

ER-funktionerne er typisk estimeret på baggrund af studier af sammenhængen mellem luftforurening på baggrundsniveau og de forskellige helbredseffekter, jf. Andersen (2018) og WHO (2013). Tidligere opgørelser af helbredseffekter i f.eks. Brandt mfl. (2016) og Ellermann mfl. (2018) anvender derfor udelukkende baggrundskoncentrationer. For at udnytte heterogeniteten i data anvendes i nærværende analyse både baggrunds- og gadekoncentrationer. Det er ikke givet, at de samme ER-funktioner gælder for gadekoncentrationer og heller ikke, at den samme proportionale sammenhæng gælder. Det kan betyde, at gadekoncentrationerne tildeles for store helbredsomkostninger. WHO har dog endnu ingen anbefalinger til, hvilke sammenhænge der skal anvendes, hvis man ser på gadekoncentrationer. Dette kan betyde, at helbredsomkostningerne til en given koncentration, vil være en anelse overvurderede.

I marts 2019 udgav Aarhus Universitet nye og opdaterede ER-funktioner, jf. Andersen mfl. (2019). Det har ikke været muligt at medtage disse i nærværende analyse. Opdateringen vedrører bl.a. nye ER-funktioner for NO<sub>2</sub>.

## UNDERSØGELSER AF LUFTFORURENING

På baggrund af de beskrevne koncentrationer på adresseniveau fra 2012 samt helbredseffekter og enhedsomkostninger fra Aarhus Universitets EVA-system, kan de samlede helbredsrelaterede omkostninger ved luftforurening fra  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$  i Danmark opgøres til 62 mia. kr. pr. år (2017-priser). Heraf udgør  $PM_{2,5}$  langt den største omkostning på 53,3 mia. kr. pr. år, mens  $NO_2$  udgør 8,6 mia. kr. pr. år.

Omkostningerne ved luftforurening i Danmark er tidligere blevet opgjort til ca. 42 mia. kr. pr. år (2017-priser), jf. Brandt mfl. (2016) og De Økonomiske Råds formandskab (2016). Heraf udgør  $PM_{2,5}$  38,6 mia. kr. pr. år. Opgørelsen medtog ikke  $NO_2$ , men til gengæld ozon ( $O_3$ ) og svovldioxid ( $SO_2$ ).

Som nævnt er der i nærværende analyse brugt gadekoncentrationer, når disse er tilgængelige. Brugen af gadekoncentrationer i kombination med ER-funktioner fra Aarhus Universitets EVA-system vurderes, at lede til en mindre overvurdering af de samlede omkostninger ved luftforurening. Endvidere kan de samlede helbredsomkostninger ved luftforurening være lavere i dag, hvis der har været et fald i luftforureningen siden 2012. I kapitlet er fokuseret på at beskrive variation i luftforurening og dertil knyttede omkostninger mellem personer - ikke at vurdere den samlede omkostning ved luftforurening i Danmark.

## TRAFIKSTØJ

Støjdata er beregnet ud fra Landstrafikmodellen

Støj opgøres som støjpåvirkning fra vejtrafik. Opgørelsen af støj i nærværende analyse er modelberegnet med udgangspunkt i Landstrafikmodellens (LTM) vej- og trafiknet. Herudfra er støjbelastningen for alle boliger i Danmark modelleret. Beregningen af støjdbredelsen er foretaget af Moe|Tetraplan for året 2015.

Støj er uønsket

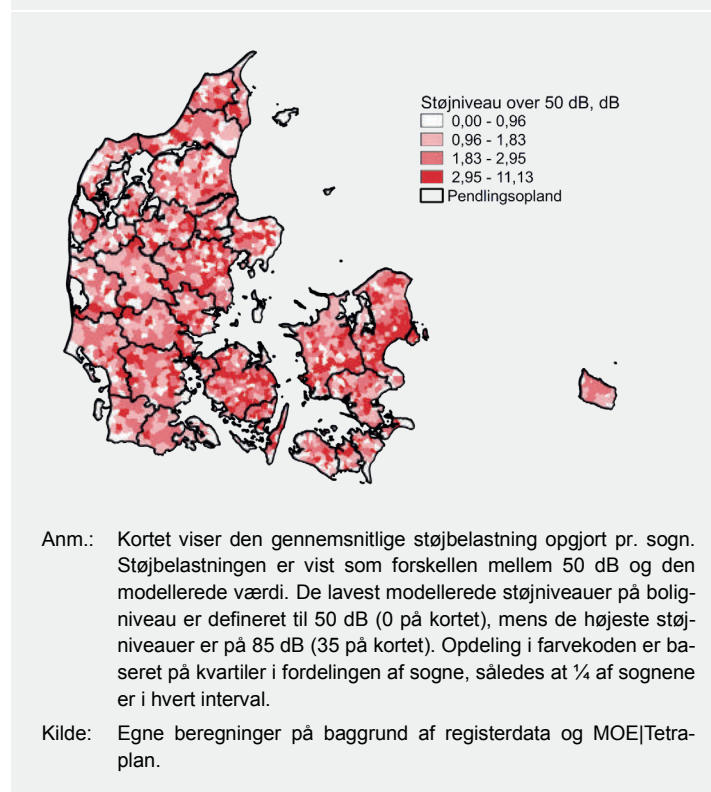
Støj er betegnelsen for uønsket lyd, der kan virke forstyrrende ved f.eks. samtale, søvn og afslapning. Hvorvidt støj er forstyrrende, er dog subjektivt. For eksempel kan støj fra en motorcykel være en del af motorcyklens oplevelse, mens samme lyd kan være til gene for andre.

Støj opgøres i decibel

Støj opgøres i decibel (dB). Normal samtale svarer til ca. 60 dB, trafikstøj på en travl gade til 65 dB, mens lastbiler kan støje helt op til 90 dB. Støjen fra vejtrafik er ikke konstant henover dagen. Derfor opgør-

res støjniveauet som et gennemsnit henover døgnet, hvor der er taget hensyn til, at støj er mere generende i aften- og natteperioden end i dagtimerne. Korrektionen indebærer, at støj fra trafikken om natten tæller ti gange så meget som trafikken om dagen, mens trafikken om aftenen tæller ca. 3 gange så meget som trafik i dagtimerne. I figur I.3 er vist, hvor stor den gennemsnitlige støjbelastning fra vejtrafik er ved boliger for hvert sogn i Danmark.<sup>7</sup> Det ses, at den primære støjbelastning følger motorvejsnettet og til dels de større byer i Danmark.

**FIGUR I.3 STØJ FRA VEJTRAFIK**



7) Støjbelastningen fra vejtrafik er kun opgjort for boliger med mere end 50 dB. Det vil sige, at for boliger, hvor støjbelastningen fra vejtrafik er mindre end 50 dB, er denne sat til 0 dB. Dette skyldes, at tidligere analyser tyder på, at der primært er helbreds- og geneffekter for støjniveauer over 50 dB, jf. Babisch (2006).

### Eksterne effekter af støj består både af helbredseffekter ...

Konsekvenserne af støj for det menneskelige helbred dækker over både kort- og langsigtede effekter. De kortsigtede effekter er f.eks. irritation, søvnforstyrrelser og koncentrationsbesvær, hvilket fører til forringet livskvalitet og fysiologisk stress. Heraf opstår risikoen for langsigtede helbredseffekter i form af f.eks. hjertekarsygdomme, jf. WHO (2018). Det er alene de langsigtede helbredsomkostninger i forbindelse med risikoen for tidlig død som følge af iskæmisk hjertesygdom<sup>8</sup>, der medtages i dette kapitel.

### ... og geneomkostninger

Opgørelsen af de langsigtede helbredsomkostninger medtager ikke de kortsigtede helbreds- og geneomkostninger, der kan være i forbindelse med støjbelastning. Geneomkostningerne opgøres ud fra estimerede betalingsviljer for at undgå støj. Da langt de fleste mennesker foretrækker stilhed og fravær af trafikrelateret støj, vil der være en tendens til, at priserne for boliger, der er udsat for trafikstøj, er lavere end for tilsvarende boliger, der ikke er udsat for trafikstøj. Dermed kan forskelle i boligpriser, der kan henføres til trafikstøj, opfattes som et udtryk for betalingsvilligheden for at undgå geneomkostninger ved trafikstøj.

### Opgørelse af de samlede omkostninger ved trafikstøj

Med udgangspunkt i den modellerede støjudbredelse omkring hver persons bolig, beregnes de samlede omkostninger ved vejtrafik bestående af summen af de helbredsrelaterede omkostninger og geneomkostninger opgjort ved forskelle i boligpriser, jf. boks I.2.

8) Den sammenhæng, der her er tale om, er iskæmisk hjertesygdom, som dækker over åreforkalkning, der blandt andet kan føre til blodpropper i hjertet. Der er i litteraturen også fundet en sammenhæng mellem støj og flere andre sygdomme som f.eks. forhøjet risiko for diabetes, ligesom der er fundet en effekt i forhold til børns læring i skolen, jf. EEA (2014), Jensen mfl. (2016) og van Kempen mfl. (2018). I De Økonomiske Råds formandskab (2011) indgik således også risikoen for forhøjet blodtryk i en opgørelse af helbredsomkostningerne ved trafikstøj. WHO har dog senere peget på, at disse sammenhænge endnu ikke er påvist i et omfang og med en sikkerhed, hvormed data bør anvendes til at beregne helbredseffekter, jf. WHO (2018). Der er derfor kun fokuseret på effekten af støj på iskæmisk hjertesygdom i nærværende analyse.

## BOKS I.2 STØJBELASTNING OG OMKOSTNINGER

### Opgørelse af støjbelastning pr. bolig

Støjbelastningen for boliger er modelleret af Moe|Tetraplan med udgangspunkt i Landstrafikmodellen (LTM) udviklet af Transport DTU. I LTM indgår veje af regional betydning samt større kommunale veje og trafikoplysninger i tilknytning hertil. Støjudbredelsen langs vejnettet er herefter beregnet ved brug af en effektberegningsmodel. Opgørelsen er baseret på data fra 2015. De veje, der indgår i beregningen, omfatter primært veje af regional betydning samt betydende kommunale veje. Den modellerede støjudbredelse, er efterfølgende koblet til beliggenheden af alle boliger i Danmark.

Små veje, især i byerne, indgår ikke i beregningerne af støjudbredelsen, hvilket kan betyde, at der er boligområder, som er støjbelastede, men som ikke indgår i opgørelsen. Derudover betragtes hver vejstrækning isoleret, hvilket betyder, at støjbelastningen kan være undervurderet i områder, som belastes af støj fra flere veje. Endelig indgår detaljerede terræn- og afskærmningsforhold i forhold til at reducere støjbelastningen kun i begrænset omfang. F.eks. indgår støjskærme kun langs med statsveje. Med modellen er det dog muligt at modellere støjudbredelsen på adresse-niveau for hele Danmark. Nærmere beskrivelse af støjopgørelsen kan findes i et baggrundsnotat.

### Opgørelse af omkostninger pr. person

*Helbredsomkostningerne* ved trafikstøj opgøres ud fra sammenhængen mellem støj og en forøget risiko for at dø af hjertesygdom (iskæmisk hjertesygdom). I Danmark tabes der årligt i alt knap 40.000 leveår som følge af hjertesygdom. Opgørelsen er foretaget ved hjælp af Dødsårsagsregisteret. En andel af de tabte leveår skyldes påvirkning fra trafikstøj. Andelen af tabte leveår, der kan tilskrives trafikstøj, beregnes ud fra sammenhængen mellem støj fra vejtrafik og dødeligheden af hjertesygdom opgjort af WHO (2018). Den samlede risiko pr. person beregnes efterfølgende, ud fra den modellerede støjbelastning personen er udsat for ved sin bolig. Værdien af de leveår, hver person mister, beregnes ud fra værdien af tabte leveår opgjort efter metoden i De Økonomiske Råds formandskab (2016). Beregningen af helbredseffekter er nærmere beskrevet i et baggrundsnotat.

*Geneomkostningerne* ved trafikstøj opgøres ud fra personers betalingsvilje for fravær af trafikstøj ved boligen. Opgørelsen er baseret på en husprisanalyse af solgte boliger i København, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2011). Ud fra denne analyse, blev der estimeret en generel efterspørgselsfunktion for huse og en for lejligheder. Detaljer omkring værdisætningen af geneomkostninger og estimering af efterspørgselsfunktioner kan findes i De Økonomiske Råds formandskab (2011) samt Veie (2011). Ud fra de estimerede efterspørgselsfunktioner og oplysninger om støjbelastningen for hver bolig i Danmark er der estimeret en gennemsnitlig betalingsvilje pr. husstand for hele Danmark. Beregningen af geneomkostninger er nærmere beskrevet i et baggrundsnotat.

I dette kapitel analyseres miljøpåvirkning på individniveau. Betalingsviljen pr. husstand omregnes derfor til betalingsviljen pr. person. Dette gøres ved, at dele husstandens betalingsvilje med det gennemsnitlige antal personer i husstande i henholdsvis huse og lejligheder. Der anvendes et gennemsnit af antal personer i henholdsvis huse og lejligheder, fordi den estimerede betalingsvilje pr. decibel er et gennemsnitsestimat. Alle værdier er opgjort i 2017-priser.

**Omkostningerne ved støj fra vejtrafik kan være undervurderede ...**

I opgørelsen af de samlede omkostninger ved trafikstøj indgår kun støj fra vejtrafik. Således indgår ikke støj fra f.eks. jernbane- og flytrafik, men denne type støj berører relativt få boliger sammenlignet med støj fra vejtrafik. I opgørelsen af helbredsomkostningerne ved støj fra vejtrafik indgår ikke de kortsigtede helbredsomkostninger i form af f.eks. søvnforstyrrelser og koncentrationsbesvær. Endvidere er det ikke alle langsigtede helbredsomkostninger, der indgår, men kun helbredseffekter relateret til iskæmisk hjertesygdom. Hvis helbredseffekter ikke har påvirket opgørelsen af geneomkostninger, vil de samlede omkostninger ved støj fra vejtrafik, opgjort i nærværende kapitel, være undervurderede.

**... men også risiko for overvurdering af omkostningerne**

Omvendt, hvis betalingsviljen for at undgå støj fra vejtrafik, udover genen ved trafikstøj, også er påvirket af de helbredsmæssige effekter, der kan være ved at bo i et støjbelastet område, sker der en dobbelttælling ved anvendelse af både helbredsomkostninger og betalingsviljer målt ved huspriser. Derfor kan de opgjorte omkostninger ved støj fra vejtrafik også overvurdere de faktiske omkostninger.

#### UNDERSØGELSER AF TRAFIKSTØJ

De samlede omkostninger ved trafikstøj er i dette kapitel opgjort til 1,3 mia. kr. pr. år (2017-priser), hvoraf de helbredsrelaterede omkostninger – opgjort ved fald i boligpriser – udgør ca. 0,3 mia. kr. pr. år.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved trafikstøj er tidligere belyst af De Økonomiske Råds formandskab (2011). Her blev de samlede omkostninger ved trafikstøj opgjort til 2,4 mia. kr. pr. år (2017-priser), hvoraf de helbredsrelaterede omkostninger udgjorde 0,6 mia. kr. pr. år.

Der er flere forklaringer på forskellen mellem de to opgørelser, herunder at der i nærværende undersøgelse kun indgår sammenhængen til iskæmisk hjertesygdom, hvor der tidligere også indgik en værdi af risikoen for forhøjet blodtryk. Sidstnævnte er ikke med i nærværende analyse, da WHO nu peger på, at denne sammenhæng endnu ikke er påvist i et omfang og med en sikkerhed, hvormed data kan anvendes til at beregne helbredseffekter, jf. WHO (2018). Derudover indgår der i nærværende analyse færre støjbelastede personer end i analysen i De Økonomiske Råds formandskab (2011). Dette skyldes formentlig forskellen i metodeopgørelse, hvor der i nærværende analyse ikke er medtaget boliger langs med mindre veje.



## NÆRHED TIL NATUR

### Nærhed til natur påvirker boligpriserne

Nærhed til natur er for de fleste en positiv faktor, der indgår i valget af bopæl. Det er veletableret i litteraturen, at der er en sammenhæng mellem nærhed til natur og boligpriser. Dermed kan værdien af (nærhed til) natur opgøres ved den såkaldte husprismetode (også anvendt til opgørelse af geneomkostninger ved støj i dette kapitel).<sup>9</sup>

### I kapitlet værdisættes nærhed til skove, søer og kyster

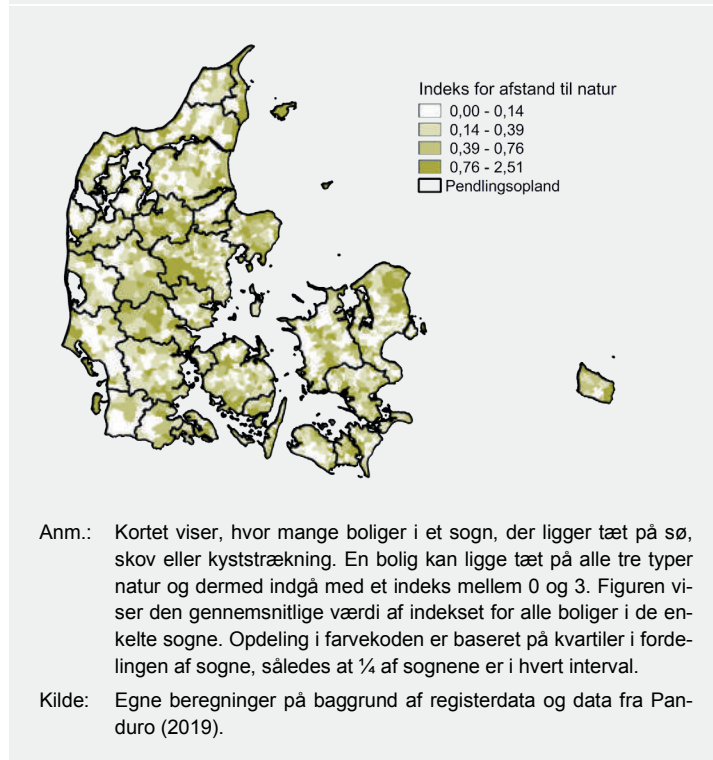
I dette kapitel værdisættes nærhed til skove, søer og kyststrækninger. Disse tre naturtyper er kortlagte på landsplan, og tidligere studier finder positive effekter på boligpriserne af nærhed til netop disse tre naturtyper, jf. Zhou mfl. (2013), Panduro og Thorsen (2014) og Panduro mfl. (2017).

### Ny analyse viser effekter ved afstand indenfor 1 km

I analysen til dette kapitel, er der identificeret en positiv effekt på huspriser af nærhed til søer og skove indenfor 600 meter og for nærhed til kyster indenfor 1.000 meter. Analysen og de anvendte data, som er dokumenteret i Panduro (2019), er baseret på boligsalg i perioden 2011-2016, jf. boks I.3. I figur I.4 er for hvert sogn i Danmark angivet, hvor mange boliger der ligger indenfor henholdsvis 600 og 1.000 meter til sø, skov eller kyst.

---

9) Til opgørelse af værdien af natur blev i De Økonomiske Råds formandskab (2014) anvendt den såkaldte rejseomkostningsmetode. Resultaterne fra denne undersøgelse kan dog ikke bruges her, da den rekreative værdi blev opgjort for personer i 1x1 km<sup>2</sup> kvadrater. Fra denne undersøgelse foreligger således ikke resultater på adresseniveau.

**FIGUR I.4 AFSTAND TIL NATUR**


#### Den samlede værdi af natur undervurderes

Værdien af natur i denne undersøgelse medtager værdien af nærhed til søer og skove indenfor en afstand af 600 meter og nærhed til kyster indenfor en afstand af 1.000 meter. Analysen viser at natur af disse typer, der ligger længere væk fra boligen end disse afstande, har begrænset betydning for ejendomsværdien. Derudover, er værdien af mindre skove og små søer ikke med i data. Analyserne i nærværende kapitel medtager alene værdien af, at bo tættere på naturområder end disse grænser. For eksempel indgår den brugsværdi, som personer der bor længere væk fra et naturområde, de bruger, ikke. Dermed kan værdien være væsentligt underestimeret. Derudover er det kun værdien af søer, skove og kyststrækninger, der er med, hvor det må forventes, at andre naturtyper ligeledes har en værdi.

### BOKS I.3 VÆRDIEN AF NÆRHED TIL NATUR

Der er gennemført en ny analyse, der har til formål at fastslå effekten af nærhed af natur på boligpriserne. Analysen er udført af T. Panduro fra Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet. Analysen er nærmere beskrevet i Panduro (2019).

Analysen er baseret på 1.037.857 boliger, der er solgt i perioden 1. januar 2011 til 1. januar 2017. Alle salgspriser er beregnet i 2017-priser. Oplysninger om salgspriser og karakteristika ved boligerne er trukket fra den Offentlige Informationsserver (OIS). Med udgangspunkt i observerede salgspriser og oplysninger om såvel husenes karakteristika, såsom alder, størrelse mv., som afstande til natur, er der estimeret en sammenhæng, der beskriver prisen af de betragtede huse som funktion af de forskellige karakteristika og herunder nærhed til natur.

Med udgangspunkt i den estimerede funktion kan effekten på boligprisen af en ændret afstand til skove, søer og kyst findes. Den fundne effekt kan opfattes som udtryk for den marginale betalingsvilje for nærhed til den givne naturtype. I undersøgelsen er der fundet en effekt på boligprisen indenfor en afstand af 600 meter til skove og søer og indenfor 1 km til kysten. På baggrund af en række følsomhedsanalyser indgår kun skove, der er større end 18 ha, og søer, der er større end 5 ha, i den endelige specifikation. Værdien af andre naturtyper end skove, søer og kyststrækninger, samt værdien af mindre skove og søer, afspejles ikke i boligpriserne i det anvendte datasæt, da markederne for disse naturtyper er for små til, at der kunne estimeres en husprismetrisfunktion.

Der er estimeret 48 husprismetrisfunktioner, der beskriver 48 boligmarkeder i Danmark – 36 markeder for enfamiliehuse og rækkehuse, og 12 markeder for lejligheder. Markederne er defineret ud fra prisudviklingen i perioden 2000-2015. For hvert marked er der estimeret en husprismetrisfunktion for at tage højde for, at betalingsviljen for nærhed til natur kan være forskellig i forskellige områder af Danmark. Til analysen af fordelingen af miljø i dette kapitel, er den gennemsnitlige betalingsvilje for hele landet på tværs af alle markeder benyttet, dog er der skelnet mellem markedet for lejligheder og markedet for huse. De opgjorte værdier kan i så fald fortolkes som indikatorer for den fysiske nærhed til natur.

### UNDERSØGELSER AF NÆRHED TIL NATUR

Undersøgelsen af værdien af nærhed til natur ud fra boligpriser bruges til at opgøre værdien af nærhed til sø, skov og kyst for alle boliger i Danmark, dvs. inklusiv lejeboliger. Summeres værdien for hver enkelt bolig i Danmark svarer det til i alt ca. 7,6 mia. kr. pr. år.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at de 7,6 mia. kr. pr. år grundlæggende er baseret på marginale værdier for natur. Hvis der bliver færre naturområder må det således forventes, at disse marginale værdier stiger. De 7,6 mia. kr. pr. år. kan således ikke tolkes som den samlede betalingsvillighed for nærhed til natur i Danmark.

Værdien af rekreative områder er tidligere undersøgt i De Økonomiske Råds formandskab (2014). Værdien af natur blev analyseret ved brug af rejseomkostningsmetoden. Den summerede værdi fra dette studie svarer til 4,7 mia. kr. pr. år (2017-priser). Dette tal kan heller ikke tolkes som en samlet betalingsvillighed for adgang til natur.

Endvidere kan de to tal ikke direkte sammenlignes, fordi de ikke dækker over de samme værdier af natur. En forskel mellem de to metoder er bl.a., at rejseomkostningsmetoden alene måler den direkte brugsværdi ved besøg, mens værdien af udsigt til naturen og værdien af muligheden for at besøge naturen (den såkaldte optionsværdi) også indgår i husprismetoden, jf. McConnell (1990).

## I.4

## FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER I DANMARK

### Indhold i afsnittet

Afsnittet starter med at beskrive forskelle i miljøbelastning og nærhed til natur for Danmarks befolkning. Derefter undersøges det, om der er en sammenhæng mellem personers indkomst og niveauet af miljøpåvirkning. De fleste analyser i afsnittet udføres for hver miljøpåvirkning opgjort i fysiske enheder. I nogle analyser ses dog også på den samlede miljøomkostning ved alle de medtagne miljøpåvirkninger. Dette svarer til en vægtet sum af de medtagne fysiske miljøpåvirkninger.

## FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER

**Gini-koefficienten kan beskrive fordelingen af miljøpåvirkninger**

I analyser af ulighed anvendes ofte gini-koefficienten til at beskrive graden af ulighed i indkomst. Gini-koefficienten kan imidlertid også bruges til at belyse graden af ulighed i fordelingen af miljøpåvirkninger. Gini-koefficienten beregnes ved hjælp af Lorenz-kurven, jf. boks I.4

**Gini-koefficienten er 0 ved en lige fordeling**

Lorenz-kurven illustrerer, hvordan den samlede miljøpåvirkning af f.eks. PM<sub>2,5</sub> er fordelt i befolkningen. Hvis miljøpåvirkningen var fordelt helt lige, så 20 pct. af befolkningen havde 20 pct. af forureningen, 40 pct. af befolkningen havde 40 pct. af forureningen osv., så ville Lorenz-kurven følge en diagonal, illustreret ved den sorte linje i figur I.5. Samtidig er gini-koefficienten nul for den helt lige fordeling.

**Stor forskel i uligheden af miljøpåvirkninger**

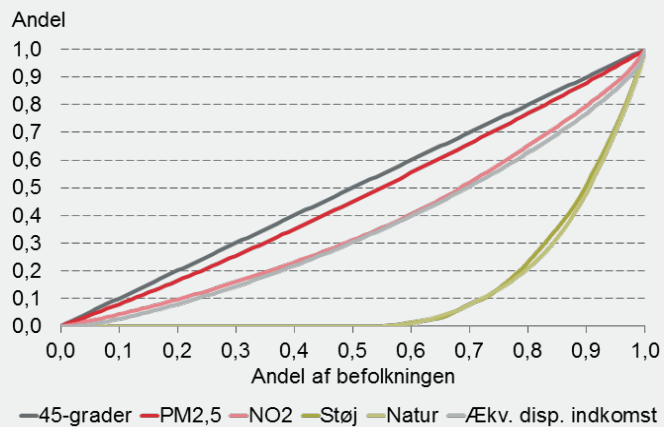
Det fremgår af figur I.5, at der er stor forskel i uligheden af fordelingerne af de fire medtagne miljøpåvirkninger. Således er der meget lille ulighed i fordelingen af PM<sub>2,5</sub>, mens uligheden er lidt større for NO<sub>2</sub>. Som det fremgår af figuren er Lorenz-kurven for NO<sub>2</sub> nogenlunde sammenfaldende med den tilsvarende kurve for den ækvivalerede disponible indkomst, som også er indtegnet i figur I.5 som sammenligningsgrundlag. Endelig er der meget stor ulighed i fordelingen af nærhed til natur og støj. Lorenz-kurverne for de forskellige miljøbelastninger er i figur I.5 beregnet ud fra de fysiske miljømål (dvs. koncentrationer af luftforurening eller decibel for støj). Nærhed til natur omfatter gevinster ved nærhed til kyst, skov og sø indenfor en afstand af 600 meter til boligen (1.000 meter til kyst), jf. afsnit I.3. Gevinsten ved at bo f.eks. 100 meter fra en skov er ikke den samme som gevinsten ved at bo 100 meter fra kysten. For at få et sammenvejset mål for nærhed til disse forskellige naturtyper er derfor brugt gennemsnitlige værdier af nærhed til de forskellige naturtyper, som kan fortolkes som et indeks for nærhed til natur.<sup>10</sup>

---

10) Bemærk at der i dette afsnit er brugt en gennemsnitlig værdi af nærhed til hhv. kyst, skov og sø for hele Danmark. I de bagvedliggende estimationer beskrevet i afsnit I.3 til opgørelse af værdien af nærhed til natur kan værdien af f.eks. nærhed til skov variere mellem forskellige områder i Danmark. For eksempel kan værdien af nærhed til skov være større i områder med højere indkomst, og hvor der findes meget lidt skov. Årsagen til, at der i dette afsnit er brugt en gennemsnitlig værdi, er, at dette i højere grad afspejler variationen i det fysiske udbud af natur.

**FIGUR I.5 LORENZ-KURVER FOR PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, STØJ, NÆRHED TIL NATUR OG ÆKVIVALERET DISPONIBEL INDKOMST**

Stor forskel i fordeling af miljøpåvirkninger.



Anm.: Gini-koefficienterne for PM<sub>2,5</sub> er på 0,07, for NO<sub>2</sub> på 0,26, for støj på 0,75, for natur på 0,76 og for indkomst på 0,29. Oplysninger om indkomst og familiestørrelse er for år 2016 og senest tilgængelige miljødata er fra henholdsvis 2012 (PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur). For støj indgår kun belastninger over 50 dB og for nærhed til natur kun afstande under en vis grænse, jf. afsnit I.3. Det er baggrunden for, at mere end halvdelen af befolkningen ikke er påvirket af disse to faktorer, jf. den vandrette del af Lorenz-kurverne for støj og natur.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

## BOKS I.4 BEREKNING AF GINI-KOEFFICIENT

Gini-koefficienten er et mål for ulighed og beregnes ud fra Lorenz-kurven. Lorenz-kurven opgøres ved at opstille alle personer efter størrelsen af deres miljøpåvirkning eller indkomst. Derefter beregnes for hver andel af befolkningen, andelen af den samlede værdi af miljøpåvirkning eller indkomst. For eksempel angives for den 10. percentil (1. decil) den andel af den givne miljøpåvirkning, som de 10 pct. af befolkningen med den laveste miljøpåvirkning har tilsammen.

I en befolkning med fuldstændig lighed vil hver percentil af befolkningen have den samme andel af den samlede miljøpåvirkning. I figur I.5 viser den sorte Lorenz-kurve den helt lige fordeling, mens f.eks. den grå kurve er Lorenz-kurven for den ækvivalerede disponible indkomst. Gini-koefficienten beregnes som arealet mellem Lorenz-kurven og kurven for den helt lige fordeling divideret med arealet under kurven for den helt lige fordeling (arealet under den sorte kurve).

**Lille ulighed for PM<sub>2,5</sub> afspejler ensartet forureningsniveau i Danmark**

Det fremgik af figur I.1 i afsnit I.3, at der er tydelige geografiske forskelle i niveauet for PM<sub>2,5</sub>, som især er relativt højt i hovedstadsområdet og de sydøstlige dele af Danmark. Forskellene i koncentrationen af PM<sub>2,5</sub>, er imidlertid relativt små i forhold til for eksempel forskelle i ækvivaleret disponibel indkomst, hvilket resulterer i den næsten lineære Lorenz-kurve og den lille gini-koefficient for PM<sub>2,5</sub>.

**Lidt større ulighed for NO<sub>2</sub>**

Der er større ulighed i fordelingen af NO<sub>2</sub> end for PM<sub>2,5</sub>. Dette skyldes, at koncentrationen af NO<sub>2</sub> i højere grad varierer med lokale kilder, som f.eks. trafik og skibsfart.

**Størst ulighed fordeling af støj og nærhed til natur**

Der er stor ulighed i den opgjorte nærhed til natur og støjbelastning. Det fremgår således af Lorenz-kurverne, at det kun er ca. 40 pct. af befolkningen, som er belastet af støj fra vejtrafik (over 50 dB), mens det ligeledes kun er ca. 40 pct. af befolkningen, som bor så tæt på natur, ud fra de anvendte afstandsgrænser i opgørelsen, at det påvirker husprisen.

**Uligheden for nærhed til natur kan være overvurderet**

Lorenz-kurverne for støj og nærhed til natur skal dog tolkes forsigtigt, da der, som beskrevet i afsnit I.3, er brugt tærskelværdier til at fastlægge, hvornår støj og nærhed til natur har en påvirkning. For nærhed til natur er der kun tillagt en værdi, hvis bopælen er indenfor fastlagte afstande til de forskellige naturtyper. Hvis personer også har en værdi af naturområder, som ligger længere væk end disse afstandsgrenser, overdriver den viste Lorenz-kurve uligheden. Tidligere analyser viser således, at personer i mange tilfælde besøger naturområder, som ligger længere væk end 600 meter fra deres bopæl, jf. f.eks. De Miljøøkonomiske Råds formandskab (2014). Endvidere er mindre skove og parker i byerne ikke inkluderet i data. Det tilsiger

også, at uligheden for nærhed til natur er overvurderet. For støj ses kun på støj over 50 dB, fordi der normalt ikke kan findes effekter på boligpriser eller helbred af støj under dette støjniveau.

#### Samlet miljøulighed mindre end indkomstulighed

Der kan opstilles en samlet Lorenz-kurve for alle de medtagne miljøpåvirkninger baseret på den summerede miljøomkostning i kr. af  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  og støj med fradrag for værdien af nærhed til natur.<sup>11</sup> Den samlede Lorenz-kurve for de fire miljøpåvirkninger viser en mindre ulighed end uligheden i fordelingen af indkomst, jf. figur I.6. Den samlede Lorenz-kurve for alle fire miljøpåvirkninger ligger mellem Lorenz-kurven for  $PM_{2,5}$  og Lorenz-kurverne for de andre miljøpåvirkninger vist i figur I.5. Årsagen til dette er, at miljøomkostningen ved  $PM_{2,5}$  er væsentlig større end for de andre miljøpåvirkninger. Dette gør, at den samlede Lorenz-kurve for de fire miljøpåvirkninger er blevet "trukket" op mod kurven for  $PM_{2,5}$ . Bemærk at kurven for den summerede miljøpåvirkning kun består af de fire udvalgte miljøpåvirkninger, og derfor ikke kan tolkes som et samlet ulighedsmål for alle typer miljøpåvirkninger i Danmark.

#### Geografiske forskelle mellem miljøpåvirkninger

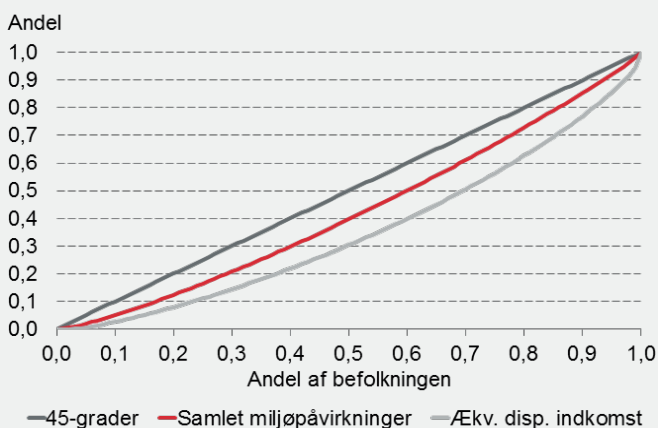
Noget af uligheden i miljøpåvirkningerne skyldes forskelle mellem geografiske områder. For eksempel er personer i hovedstadsområdet i højere grad udsat for støj end personer i Vestjylland. Som nævnt i afsnit I.3 er valget af bopæl bestemt af flere overvejelser. Valget mellem områder vil ofte være bestemt af blandt andet beskæftigelsesmuligheder eller familie, mens valget indenfor et område typisk vil være bestemt af blandt andet præferencer for natur og miljø, men også af andre overvejelser som kvaliteten af institutioner og offentlig service mv. Det er derfor relevant at undersøge, hvor meget af uligheden, som afspejler forskelle i miljøpåvirkning mellem forskellige områder af Danmark, og hvor meget der skyldes forskelle i miljøpåvirkningen indenfor de forskellige områder. Dette gøres i det følgende med udgangspunkt i de 29 forskellige pendlingsoplande, jf. afsnit I.3. Et pendlingsopland er defineret ved, at de fleste mennesker, der bor i området, også arbejder der. Pendlingsoplande kan opfattes som lokale arbejdsmarkeder, indenfor hvilke det er muligt at skifte bolig uden at skifte arbejde.

11) Nærhed til natur indgår her som en negativ miljøomkostning (dvs. en gevinst).



**FIGUR I.6 LORENZ-KURVE FOR SAMLET MILJØ-PÅVIRKNING (PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, STØJ OG NÆR- HED TIL NATUR)**

Der er mindre ulighed i samlet miljøpåvirkning end i indkomst.



Anm.: Gini-koefficienten for den samlede miljøpåvirkning er på 0,16 og for indkomst på 0,29. Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

**Theil-indeks bruges til at opdele i ulighed mellem og indenfor pendlingsoplande**

Det såkaldte Theil-indeks er, ligesom gini-koefficienten, et summarisk mål for ulighed, hvor øget ulighed medfører et højere Theil-indeks. Fordelen ved Theil-indekset er, at den samlede ulighed i miljøpåvirkning kan opdeles i bidrag fra ulighed mellem forskellige pendlingsoplande og bidrag fra ulighed indenfor pendlingsoplande, jf. boks I.5.<sup>12</sup> Ligesom Lorenz-kurverne viser de beregnede Theil-indeks, at uligheden er mindst for PM<sub>2,5</sub>, lidt større for NO<sub>2</sub> og størst for nærhed til natur og støj, jf. tabel I.2.

12) Næsten 60 pct. af befolkningen har, ud fra de anvendte data, et støjniveau under 50 dB, jf. afsnit I.3. Ved beregning af den relative forskel i støjniveau i forhold til 50 dB vil disse observationer få værdien nul. For nærhed til natur er problematikken den samme, idet mange boliger ikke har en værdi for nærhed til natur. Hvis de får værdien nul, ekskluderes de fra beregningen af Theil-indekset. For at inkludere dem i beregningen af Theil-indekset anvendes derfor en værdi på 0,1 for disse observationer. Modsat gini-koefficienten kan Theil-indekset også have værdier større end 1.

## BOKS I.5 THEIL-INDEKS OG DEKOMPONERING

Theil-indekset er, ligesom gini-koefficienten, et summarisk mål for ulighed. Fordelen ved Theil-indekset er, at det kan dekomponeres, så det er muligt at belyse, hvor stor en del af den samlede ulighed, der skyldes forskelle henholdsvis mellem og indenfor forskellige delgrupper, jf. Theil (1967). Theil-indekset måler, hvor stor afvigelsen er mellem den faktiske fordeling af miljøpåvirkninger og den fordeling af miljøpåvirkninger, der ville være, hvis miljøpåvirkningerne var ligeligt fordelt.

Det samlede Theil-indeks ( $T$ ) beregnes ud fra uligheden mellem pendlingsoplande plus en vægtet sum af uligheden indenfor det enkelte pendlingsopland. Uligheden indenfor de enkelte pendlingsoplande opgøres ved følgende udtryk:

$$T_i = \sum_{n=1}^N x_n \ln \left( \frac{x_n}{p_n} \right)$$

hvor  $T_i$  er uligheden indenfor pendlingsopland  $i$ ,  $N$  er antal individer i pendlingsopland  $i$ ,  $x_n$  er andelen af den specifikke miljøbelastning for individ  $n$ , og  $p_n$  er individ  $n$ 's andel af populationen i pendlingsopland  $i$ .

Pendlingsopland  $i$ 's andel af den samlede miljøbelastning, indgår som vægt i den samlede ulighed. Opdelingen af Theil-indekset kan opskrives på denne måde:

$$T = \sum_{i=1}^k s_i \ln \left( \frac{s_i}{p_i} \right) + \sum_{i=1}^k s_i T_i,$$

hvor  $T$  er uligheden i hele samfundet, som er delt op i  $k$  pendlingsoplande.  $s_i$  er pendlingsopland  $i$ 's andel af den samlede miljøpåvirkning, mens  $p_i$  er andelen af landets samlede befolkning, der bor i pendlingsopland  $i$ .  $T_i$  er uligheden i pendlingsopland  $i$ . Bemærk, at det første led på højre side måler uligheden mellem pendlingsoplande, hvor analyseenheden er pendlingsoplande (i stedet for individer), mens anden led måler uligheden indenfor pendlingsoplande, hvor analyseenheden er individer. Således bliver første led nul, hvis miljøpåvirkningerne mellem pendlingslande er fordelt proportionalt med befolkningen i de enkelte pendlingsoplande – og anden led er nul, hvis alle personer indenfor et givet pendlingsopland har den samme miljøpåvirkning.

**TABEL I.2 THEIL-INDEKS FOR MILJØPÅVIRKNINGER**

Theil-indekset for samlet ulighed og fordeling heraf på ulighed mellem og indenfor pendlingsoplande.

	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>	Støj	Natur	Indkomst
Mellem områder	0,006	0,063	0,060	0,044	0,003
Indenfor områder	0,001	0,050	0,955	1,099	0,186
<b>Theil-indeks</b>	<b>0,008</b>	<b>0,113</b>	<b>1,016</b>	<b>1,143</b>	<b>0,189</b>

Anm.: For natur er anvendt samme enhedspris for hele Danmark for værdien af nærhed til de forskellige typer, jf. afsnit I.3. Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

**Ulighed i partikelforureningen er primært mellem pendlingsområder ...**

Det fremgår endvidere af tabellen, at det meste af uligheden for PM<sub>2,5</sub> skyldes ulighed i koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> mellem pendlingsoplande. Ud af en samlet ulighed på 0,008, skyldes ca. 80 pct. forskelle mellem pendlingsoplande, mens knap 20 pct. af uligheden skyldes ulighed indenfor pendlingsoplandene.

**... skyldes især høj koncentration i København**

En stor del af uligheden mellem pendlingsoplande skyldes, at koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> er relativ høj i København modsat især Aalborg og Aarhus, der har relativ lav koncentration af PM<sub>2,5</sub>. Dette afspejler, at PM<sub>2,5</sub> fra udlandet dominerer i forhold til danske kilder, og at koncentrationsbidraget fra udlandet falder, jo længere mod nordvest man kommer, jf. afsnit I.3.

**For NO<sub>2</sub> er uligheden både mellem og indenfor pendlingsområder**

Resultatet af dekomponeringen af uligheden i NO<sub>2</sub> viser, at ca. 55 pct. af den samlede ulighed skyldes forskelle mellem pendlingsoplande, mens 45 pct. skyldes ulighed indenfor pendlingsoplande. Igen er det primært pendlingsoplandet København, der har en større del af forureningen, mens områder i Nordjylland har en mindre andel. Dette mønster afspejler, at en betydelig del af NO<sub>2</sub> forureningen kommer fra vej- og skibstrafik, som spredes regionalt med vinden.

**Ulighed i støj og natur især indenfor pendlingsoplande**

Uligheden i støj og nærhed til natur skyldes primært ulighed indenfor pendlingsoplande. Dette afspejler, at støj og nærhed til natur har en betydelig mere lokalt afgrænset spredning end luftforurening.

## **SAMMENHÆNG MELLEM MILJØPÅVIRKNINGER OG INDKOMST**

I det følgende undersøges sammenhængen mellem de forskellige miljøpåvirkninger og indkomst. Først undersøges den overordnede sammenhæng mellem miljøpåvirkninger og indkomst og derefter ses på sammenhængen indenfor – og mellem pendlingsoplande.

**Miljøpåvirkning  
opdelt på 100  
indkomstgrupper**

Sammenhængen mellem de forskellige miljøpåvirkninger og indkomst er illustreret i figur I.7-I.10. I disse figurer viser X-aksen den gennemsnitlige ækvivalerede disponible indkomst efter størrelse for hver percentil af befolkningen. Det vil sige, at det første punkt på X-aksen består af den ene procent af befolkningen med lavest indkomst. Punktet længst til højre på X-aksen – angivet med værdien 100 – repræsenterer den ene procent af befolkningen med de højeste indkomster. Y-aksen i figurene angiver miljøpåvirkningen i form af henholdsvis koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>, støj over 50 dB og nærhed til natur. De røde kurver i hver figur viser den gennemsnitlige miljøpåvirkning for alle personer i hver af de 100 indkomstgrupper.<sup>13</sup>

**Lidt højere  
luftforurening for  
de laveste og de  
højeste indkomster**

Det fremgår, at der er en svagt U-formet sammenhæng mellem luftforurening (PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>) og indkomst, jf. figur I.7 og figur I.8. Det vil sige, at luftforureningen er lidt højere for personer med de laveste indkomster og for personer med de højeste indkomster end for personer med mellemindkomster. Forskellen er dog ikke stor.

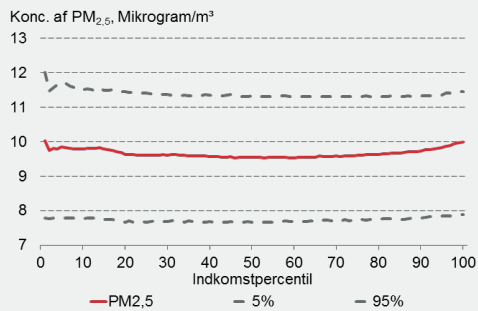
**Lidt mindre støj  
og mere natur for  
personer med høj  
indkomst**

For støjbelastning er der en svag tendens til, at støjen gradvist aftager med stigende indkomst. Det vil sige, at støjen er højest for personer med lav indkomst og lavest for personer med høj indkomst, jf. figur I.9. Det ses også, at det især er de højeste indkomstgrupper, som bor i nærhed af natur, jf. figur I.10. For nærhed til natur er tendensen noget kraftigere end for de øvrige miljøpåvirkninger. Udenlandske undersøgelser af sammenhængen mellem miljø og indkomst, jf. afsnit I.2 finder en tilsvarende sammenhæng.

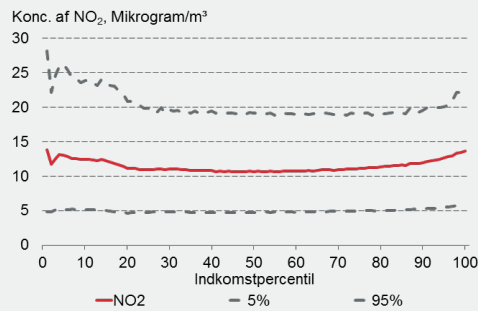
---

13) Bemærk at skaleringen af Y-akserne er forskellige i figurene. Derfor skal man være varsom med at tolke niveauer og hældninger på kurverne på tværs af figurene.

**FIGUR I.7 PM<sub>2,5</sub> OG INDKOMST**



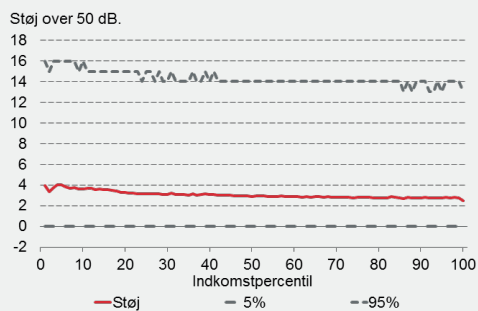
**FIGUR I.8 NO<sub>2</sub> OG INDKOMST**



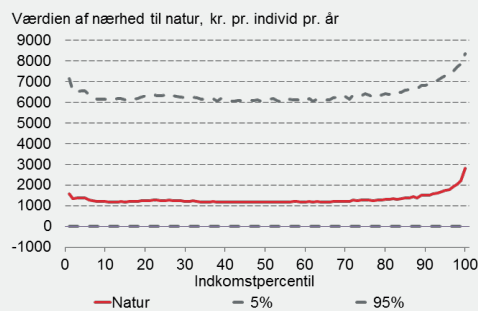
Anm.: X-aksen viser indkomstpercentiler for den ækvivalerede disponible indkomst. De røde kurver er den gennemsnitlige koncentration af luftforurening for pågældende indkomstpercentil. De stiplede kurver angiver spredning i koncentrationer for personer i hvert indkomstpercentil (målt som 5 pct. og 95 pct. fraktiler). Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

**FIGUR I.9 STØJ OG INDKOMST**



**FIGUR I.10 NÆRHED TIL NATUR OG INDKOMST**



Anm.: Jævnfør anmærkning til figur I.7 og I.8.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

**Stor variation i miljøpåvirkning indenfor hver indkomstgruppe**

Det fremgår også af figur I.7-I.10, at der indenfor hver indkomstgruppe er stor variation i miljøpåvirkningen. Dette er illustreret ved de stiplede kurver, som for hver indkomstgruppe viser 5 pct. og 95 pct. fraktiler for miljøpåvirkningen. Det vil sige, at der er 5 pct. af alle personer i hver indkomstgruppe, som har en miljøpåvirkning på et niveau, som er under den nederste stiplede linje, mens der er 5 pct. som har en miljøpåvirkning, der er højere end den øverste stiplede linje.

**Overordnet svag sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning**

Således er sammenhængen mellem miljøpåvirkninger og indkomst svag set i forhold til variationen i miljøpåvirkninger indenfor hver indkomstgruppe. Det er illustreret ved, at forskellen mellem de stiplede linjer for alle indkomstgrupper er væsentlig større end ændringen i det gennemsnitlige niveau for miljøpåvirkning mellem indkomstgrupper (de røde kurver) fra venstre mod højre i figurene.

**Afvejningsmekanismen relevant for forskelle mellem pendlingsoplande**

Der er i litteraturen peget på tre mekanismer (markedsmekanismen, afvejningsmekanismen og politisk allokering), som alle beskriver en sammenhæng mellem miljøpåvirkning og indkomst, jf. afsnit I.2. Den såkaldte afvejningsmekanisme tilsiger en positiv sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning, når man sammenligner mellem større geografiske områder, f.eks. pendlingsoplande. Et pendlingsopland som hovedstadsområdet kan således have relativt gode indkomstmuligheder, men også højere miljøbelastning på grund af mere trafik og erhvervsaktivitet. Omvendt vil et pendlingsopland i et udkantsområde, som f.eks. Ærø, have dårligere indkomstmuligheder, men til gengæld et bedre miljø.

**Markedsmekanismen og politisk allokering relevant for forskelle indenfor pendlingsoplande**

Hvis man i stedet betragter sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor et pendlingsopland som f.eks. hovedstaden, vil markedsmekanismen omvendt kunne føre til, at personer med høj indkomst i højere grad end personer med lav indkomst køber eller lejer de relativt dyrere boliger i områder med relativt godt miljø. Markedsmekanismen vil derfor kunne føre til en negativ sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor et givet pendlingsopland. En sammenhæng som den politiske allokeringsmekanisme vil kunne forstærke, hvis myndigheder oftere placerer forurenende virksomheder og veje tættere på boligområder med lavindkomstbeboere end på boligområder med højindkomstbeboere. I det følgende ses derfor nærmere på sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst indenfor pendlingsoplande og mellem pendlingsoplande.

**Sammenhæng mellem miljø og indkomst indenfor pendlingsoplande**

Sammenhængen mellem indkomst og miljø indenfor pendlingsoplande er vist i figur I.11-I.14. I disse figurer viser de røde kurver de samme "rå" sammenhænge mellem miljøbelastning og indkomst, som tidligere blev vist i figur I.7-I.10. De grønne kurver viser sam-

menhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning korrigeret for forskelle mellem pendlingsoplande, både hvad angår indkomstforskelle og forskelle i miljøpåvirkning. På den måde bibeholdes variationen mellem indkomst og miljøpåvirkninger indenfor pendlingsoplande, uden at denne påvirkes af variationen mellem pendlingsoplande. I praksis er dette gjort ved at korrigere de enkelte miljøpåvirkninger og indkomsten med forholdet mellem landsgennemsnittet og gennemsnittet for det enkelte pendlingsopland for hvert enkelt indkomst-percentil.

**Lidt mindre  
luftforurening for  
personer med høj  
indkomst indenfor  
pendlingsoplande ...**

For luftforurening er der forskel på den "rå" sammenhæng mellem indkomst og miljø og sammenhængen alene indenfor pendlingsoplande, jf. figur I.11 og I.12. Således viser de korrigerede kurver en svag tendens til en negativ hældning svarende til, at personer med høj indkomst i højere grad har mindre luftforurening, når der alene ses indenfor pendlingsoplande. Dette er konsistent med den sammenhæng, som man vil forvente for markedsmekanismen og forklaringen vedrørende politisk allokering.<sup>14</sup>

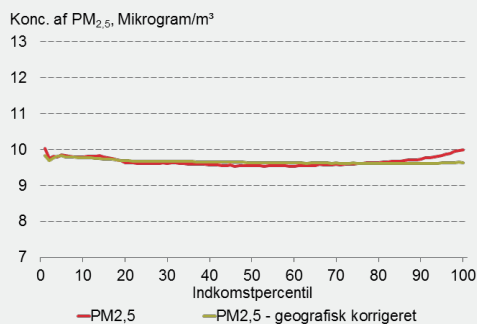
**... også lidt mindre  
støj og mere natur  
for personer med  
høj indkomst**

For støj og nærhed til natur er der næsten ikke forskel på de "rå" sammenhænge og sammenhængene alene indenfor pendlingsoplande, som kan ses af de korrigerede kurver, jf. figur I.13 og I.14. De korrigerede kurver viser således, at også for støj er der indenfor pendlingsoplande en svag tendens til, at personer med høj indkomst har bedre miljø. For nærhed til natur er tendensen igen noget kraftigere end for øvrige miljøpåvirkninger. Dette er ligeledes konsistent med markedsmekanismen og forklaringen vedrørende politisk allokering.

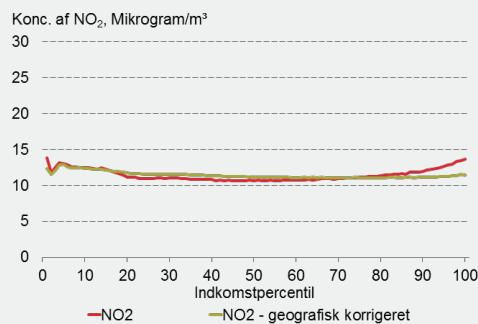
---

14) Forskellen mellem den "rå" kurve og den korrigerede kurve kan f.eks. afspejle, at der i København bor mange personer med høj indkomst, som også er udsat for høje koncentrationer af luftforurening.

**FIGUR I.11 PM<sub>2,5</sub> OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)**



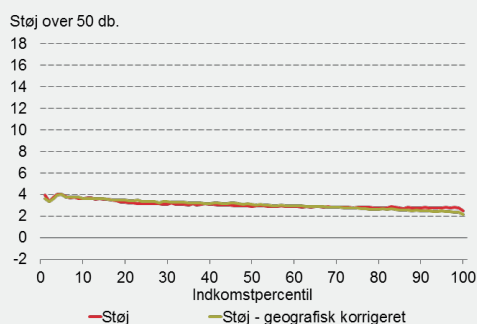
**FIGUR I.12 NO<sub>2</sub> OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)**



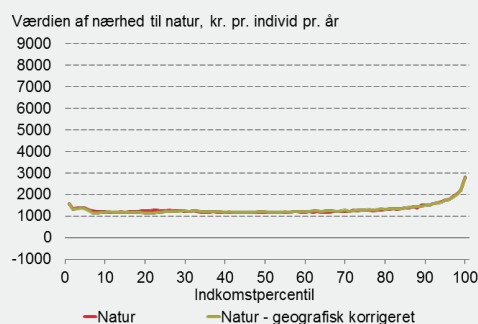
Anm.: De røde kurver viser de "rå" sammenhænge mellem (gennemsnitlig) miljøpåvirkning for hvert indkomstpercentil. De grønne kurver viser de geografisk korrigerede sammenhænge, som alene er udtryk for sammenhængen indenfor pendlingsoplande. Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub>), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.

**FIGUR I.13 STØJ OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)**



**FIGUR I.14 NÆRHED TIL NATUR OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)**



Anm.: Jævnfør anmærkning til figur I.11 og I.12.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.



**Økonometrisk  
analyse bekræfter  
stærkere  
sammenhæng  
indenfor  
pendlingsoplande**

For at undersøge konklusionerne fra de grafiske sammenhænge mellem indkomst og miljøpåvirkninger er der estimeret modeller for hver af de 4 miljøpåvirkninger, jf. boks I.6. Resultaterne fra disse estimationer bekræfter, at der er en svag tendens til en negativ sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastninger og en svag positiv tendens mellem indkomst og nærhed til natur. Således har personer med høj indkomst en tendens til i højere grad at have et relativt bedre miljø end personer med lav indkomst. Endvidere er disse sammenhænge lidt mere markante, men stadig svage, når der alene ses på variationer indenfor pendlingsoplande.

**Tendens til højere  
miljøbelastning i  
pendlingsoplande  
med høj indkomst**

De estimerede modeller belyser også sammenhængen mellem indkomst og miljø mellem forskellige pendlingsoplande. Det fremgår, at pendlingsoplande med høj gennemsnitlig indkomst også har mere støj, mere NO<sub>2</sub> og ringere adgang til natur. Dette er konsistent med den sammenhæng, man ville forvente fra afvejningsmekanismen. Der er dog ikke fundet tilsvarende sammenhæng for PM<sub>2,5</sub>, og sammenhængen er ikke statistisk signifikant for NO<sub>2</sub>.<sup>15</sup>

**Modsattede  
sammenhæng  
indenfor og mellem  
pendlingsoplande**

Som det fremgår af figur I.11 og figur I.12 er der en svag U-formet sammenhæng mellem indkomst og luftforurening ud fra de "rå" tal, dvs. at luftforureningen er i starten aftagende med stigende indkomst, men ved de højeste indkomster stiger luftforureningen. Baggrunden er de modsattede sammenhænge mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor og mellem pendlingsoplande. Når der korrigeres for geografiske forskelle i luftforurening og indkomst, er der ikke en tendens til stigende luftforurening for de højeste indkomster. Forskellen på de to kurver skyldes, at der især i hovedstadsområdet og i de større byer er relativ høj luftforurening og samtidig nogle strukturelle forhold, som gør, at både grupper med lav indkomst og grupper med høj indkomst relativt hyppigt bosætter sig der. For eksempel er der forholdsvis mange lejligheder og flere højtlojnnede jobmuligheder, som gør det attraktivt at søge mod de større byer.

15) I den estimerede model *mellem* pendlingsoplande betragtes hvert pendlingsopland som én observation. Hovedstadsområdet er således blot en enkelt observation, selv om ca. 35 pct. af indbyggerne bor her. Luftforurening og indkomst er generelt høje i hovedstadsområdet. Hvis der i estimationerne mellem pendlingsoplande vægtes med antallet af indbyggere i hvert pendlingsopland, viser alle analyser, at der er en positiv sammenhæng mellem gennemsnitlig indkomst og gennemsnitlig miljøpåvirkning mellem pendlingsoplande, jf. baggrundsnotatet, der er tilgængelig på [www.dors.dk](http://www.dors.dk).

## BOKS I.6 ØKONOMETRISK ANALYSE AF SAMMENHÆNG MELLEM INDKOMST OG MILJØ

Der er udført en parametrisk analyse af sammenhængen mellem ækvivaleret disponibel indkomst og de forskellige miljøpåvirkninger for at understøtte resultaterne af de grafiske analyser. Der estimeres tre modeller for hver miljøpåvirkning:

**Model 1** belyser den overordnede "rå" sammenhæng mellem miljøpåvirkning og indkomst:

$$\text{Miljøpåvirkning}_i = \beta_0 + \beta \ln(W_i) + \varepsilon_i$$

hvor  $W$  er den ækvivalerede disponible indkomst for individ  $i$  og  $\varepsilon_i$  er fejleddet. Parameteren  $\beta$  udtrykker den overordnede sammenhæng mellem miljøpåvirkning og indkomst.

**Model 2** belyser sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst indenfor pendlingsoplande:

$$\text{Miljøpåvirkning}_{ir} = \beta_0 + \beta_W \ln(W_{ir}) + \delta_r + \varepsilon_{ir}$$

hvor  $r$  angiver pendlingsopland, mens  $\delta_r$  er separate konstantled for hvert pendlingsopland. Parameteren  $\beta_W$  udtrykker sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning *indenfor* pendlingsoplande.

**Model 3** belyser sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst mellem pendlingsoplande:

$$\overline{\text{Miljøpåvirkning}}_r = \beta_0 + \beta_B \ln(\bar{W}_r) + \bar{\varepsilon}_r$$

hvor  $\overline{\text{Miljøpåvirkning}}_r$  angiver den gennemsnitlige miljøpåvirkning og  $\ln(\bar{W}_r)$  angiver den gennemsnitlige naturlige logaritme af indkomst i pendlingsopland  $r$ . Parameteren  $\beta_B$  udtrykker sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning *mellem* pendlingsoplande.

Model 1 afspejler overordnet sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst svarende til de "rå" røde kurver i figur I.11-I.14 og estimatet for  $\beta$  svarer til hældningen på de røde kurver. Tilsvarende belyser model 2 sammenhængen svarende til de grønne kurver, dvs. indenfor pendlingsoplande. De økonometriske modeller og figurerne adskiller sig dog på den måde, hvorpå indkomst indgår (ln-transformeret indkomst og indkomstpercentiler), dvs. der er ikke fuldstændig korrespondance mellem figurerne og de økonometriske modeller.

De estimerede parametre for sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst er gengivet i tabel A. De estimerede parametre for  $\beta$  og  $\beta_W$  er negative for miljøbelastningerne og positive for nærhed til natur. Dette indikerer, at personer med højere indkomst har bedre miljø.

*Fortsættes*

## BOKS I.6 ØKONOMETRISK ANALYSE AF SAMMENHÆNG MELLEM INDKOMST OG MILJØ, FORTSAT

Det fremgår også, at estimaterne for  $\beta_w$  i alle fire tilfælde er numerisk større end de tilsvarende estimater for  $\beta$ . Dette indikerer, at sammenhængen mellem højere indkomst og bedre miljø er lidt mere markant, når der alene ses på variationer indenfor pendlingsområder.

De estimerede parametre for  $\beta_B$  er positive for NO<sub>2</sub> og støj (dog ikke signifikant for NO<sub>2</sub>) og negativ for nærhed til natur. Dette indikerer, at pendlingsområde med høj gennemsnitlige indkomst, typisk også har ringere miljø (eller mindre nærhed til natur). For PM<sub>2,5</sub> er sammenhængen modsat.<sup>a)</sup>

**TABEL A ESTIMEREDE PARAMETRE**

	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>	Støj	Nærhed til natur
$\beta$	-0,04** (0,001)	-0,24** (0,004)	-0,43** (0,003)	150** (1,73)
$\beta_w$	-0,07** (0,0003)	-0,54** (0,003)	-0,52** (0,003)	159** (1,44)
$\beta_B^{a)}$	-12,55* (4,86)	11,75 (10,21)	9,06** (2,56)	-7.482* (3.385)
R <sup>2</sup> (model 1)	0,000	0,001	0,003	0,002
R <sup>2</sup> (model 2)	0,008	0,008	0,005	0,002
R <sup>2</sup> (model 3)	0,198	0,047	0,318	0,153
Antal observationer	5.454.083	5.454.083	5.454.102	5.325.452

a) Koefficienterne i model 3 (regressionen mellem pendlingsområde) er ikke vægtet. Dermed har små pendlingsområde samme vægt i regressionen som hovedstadsområdet. Der er også lavet analyser, hvor der er vægtet i forhold til størrelsen af pendlingsområde. Disse viser, at koefficienterne til PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> og støj er signifikant positive og koefficienten til natur er signifikant negativ, alle på mindst 99,9 pct. niveau.

Anm.: \*\* angiver et signifikansniveau på 1 pct., \* angiver et signifikansniveau på 5 pct., standardfejl er i parenteser. De fulde regressionsresultater, inkl. vægtede resultater for model 3, kan ses i baggrundsnotatet. Den lineære funktionelle form i regressionerne indenfor pendlingsområde er valideret i semi-parametriske analyser.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.

Ud fra de estimerede parametre kan størrelsen af sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning beregnes. Tages udgangspunkt i  $\beta_w$  svarer de estimerede parametre til, at personer, der i gennemsnit har 100.000 kroner mere i ækvivaleret disponibel indkomst i gennemsnit oplever et 0,2 dB lavere niveau for støj, en PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> koncentration, der er hhv. 0,02 og 0,22 µg/m<sup>3</sup> lavere. Det illustrerer, at selv om sammenhængene mellem indkomst og miljøpåvirkning er statistisk signifikante er påvirkningerne meget begrænsede.

**Kun beskeden samvariation mellem miljøpåvirkninger og indkomst**

Endelig fremgår det af de estimerede modeller, at miljøpåvirkningerne kun i meget begrænset grad samvarierer med indkomst, både generelt og indenfor pendlingsoplande. Således viser  $R^2$ -værdierne, at under 1 pct. af variationen i miljøpåvirkninger indenfor pendlingsoplande samvarierer med indkomst, jf. resultatet for model 2 i boks I.6.

**Lille forskel i værdi af miljøpåvirkninger mellem indkomstgrupper**

Den svage negative tendens mellem miljøbelastningerne og indkomst og den tilsvarende svage positive tendens mellem nærhed til natur og indkomst illustreres også af størrelsen på ændringerne i miljøpåvirkninger som følge af en indkomståndring. Som vist i boks I.6, vil personer, der i gennemsnit har 100.000 kroner mere i ækvivaleret disponibel indkomst i gennemsnit opleve et støjniveau, der er 0,2 dB lavere, en  $PM_{2,5}$  koncentration, der er  $0,02 \mu g/m^3$  lavere, og en  $NO_2$  koncentration, der er  $0,22 \mu g/m^3$  lavere. De fysiske effekter kan også udtrykkes som omkostninger ved at anvende enhedspriser for miljøpåvirkningerne. Således svarer det til en reduktion i miljøomkostningerne ved de tre miljøbelastninger på hhv. 30 kr. for  $PM_{2,5}$ , 30 kr. for  $NO_2$  og 5 kr. for støj, mens personer, der i gennemsnit har 100.000 kroner mere i ækvivaleret disponibel indkomst, også vil have mere nærhed til natur svarende til 63 kr.<sup>16</sup>

**Svag sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning i Danmark**

Selvom der findes de sammenhænge mellem miljøpåvirkninger og indkomst i Danmark, som de forskellige mekanismer beskrevet i litteraturen tilsiger, viser analyserne, at sammenhænge er svage. Langt størstedelen af variationen i de medtagne miljøpåvirkninger er mellem personer med samme indkomst.

## I.5

## HVEM BOR I DE MEST MILJØBELASTEDE BOLIGER?

**Indhold i afsnittet**

Formålet med dette afsnit er at undersøge, hvor stor forskel i miljøbelastning der er mellem de mest miljøbelastede boliger og gennemsnitligt miljøbelastede boliger, jf. boks I.7. Det undersøges endvidere, om de mest miljøbelastede boliger består af særlige boligtyper (f.eks. almennyttige boliger, lejerboliger mv.). Efterfølgende beskrives socioøkonomiske karakteristika for personer, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Børn er en gruppe, der er særligt sårbare overfor miljøbelastninger. Derfor vurderes det til sidst, om børn, der vokser op i de mest miljøbelastede boliger, adskiller sig fra andre børn vurderet ud fra forældrenes socioøkonomiske karakteristika.

<sup>16</sup>) Beregningen er alene illustrativ, da sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning ikke nødvendigvis kan tolkes som en kausal sammenhæng.

teristika. Der fokuseres i afsnittet på miljøbelastninger i form af luftforurening ( $PM_{2,5}$  og  $NO_2$ ) og støj. Nærheden til natur indgår således ikke i udvælgelsen af de mest miljøbelastede boliger.

## BOKS I.7 DE MEST MILJØBELASTEDE BOLIGER OG DERES BEBOERE

Boliger i områder med højest miljøbelastning defineres her som de boliger, hvor de 10 pct. af befolkningen med største omkostninger ved miljøbelastningerne er bosat. Det er opgjort ud fra den samlede miljøbelastning af  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  og støj. De mest miljøbelastede boliger svarer således til 9,8 pct. af den samlede boligmasse, mens de mindst miljøbelastede boliger svarer til 9,4 pct. af den samlede boligmasse.

Efterfølgende ses på personerne i disse boliger. Det er de 10 pct. af befolkningen med de største omkostninger ved miljøbelastningerne. I denne del af analysen inkluderes kun personer over 18 år.

I sidste del af analysen sammenlignes forældres karakteristika på tværs af miljøbelastninger. Konkret ses på forældre til børn født i 2000-2002, der har boet mindst 15 år i en bolig med højest miljøbelastning. Antallet af børn, der har boet mindst 15 år i en bolig med højest miljøbelastning, svarer til ca. 3 pct. af børnene født i perioden 2000-2002.

Alternativt kunne de mest miljøbelastede boliger været defineret ud fra officielle grænseværdier. Der er imidlertid også sundhedseffekter og gener ved luftforurening og støj under de officielle grænseværdier, jf. WHO (2013 og 2018). Derudover er der, ud fra de anvendte data, ikke nogen boliger, hvor grænseværdierne for luftforurening er overskredet. Hvis grænseværdierne anvendes, vil der derfor alene være miljøbelastede boliger, hvor grænseværdien for støj og  $NO_2$  er overskrevet, jf. baggrundsnotatet.

## MILJØBELASTEDE BOLIGER

**Boliger med højeste miljøbelastninger findes i store dele af Danmark ...**

Den geografiske placering af de mest miljøbelastede boliger i forhold til den samlede miljøomkostning forbundet med alle tre miljøbelastninger er vist i tabel I.3. Tabellen viser, at boliger med de største samlede miljøomkostninger ved  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  og støj findes i alle regioner i Danmark.

**... men de fleste ligger i hovedstadsområdet**

Langt den største del af de mest miljøbelastede boliger ligger imidlertid i hovedstadsområdet. Det er således omkring 70 pct. af de mest miljøbelastede boliger, der ligger i hovedstadsområdet. De mest miljøbelastede boliger er dermed klart overrepræsenteret i hovedstadsområdet. Omvendt er boliger med lavest miljøbelastning lokaliseret i mindre byer eller på landet, og primært i region Nordjylland og region Midtjylland.

**TABEL I.3 FORDELINGEN AF MILJØBELASTNINGER PÅ TVÆRS AF MILJØKVALITET**

	Højest miljø-belastning	Alle	Lavest miljø-belastning
PM <sub>2,5</sub> , koncentration, µg/m <sup>3</sup>	11	10	8
NO <sub>2</sub> , koncentration, µg/m <sup>3</sup>	23	12	5
Støj, dB over 50	12	3	0
Samlede miljøomkostning af PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>2</sub> og støj, 1.000 kr. pr. år, pr. person	-15,7	-11,6	-8,5
Natur, 1.000 kr. pr. år pr. person	1,4	1,4	1,3
	----- Pct. -----		
<b>Bystørrelse</b>			
Hovedstadsområdet	70	23	0
Over 50.000 indbyggere	12	17	2
5.000-50.000 indbyggere	10	28	32
Under 5.000 indbyggere	8	32	66
<b>Regioner</b>			
Region Nordjylland	1	11	66
Region Midtjylland	6	22	34
Region Syddanmark.	9	21	0
Region Hovedstaden	74	31	0
Region Sjælland	10	14	0

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.

**Fire gange mere støj og dobbelt så meget NO<sub>2</sub> i de miljøbelastede boliger**

Sammenlignes støjbelastningen for de mest miljøbelastede boliger med støjbelastningen for en gennemsnitlig bolig, ses det, at den er fire gange så høj for de mest miljøbelastede boliger, mens NO<sub>2</sub> belastningen er næsten dobbelt så høj. Forskellen i PM<sub>2,5</sub> belastning mellem de mest og de mindst belastede boliger er meget lille. Samtidig ses det, at nærhed til natur er nogenlunde ens på tværs af boliger med forskellig miljøbelastning.

**Personer bosat i boliger med højest miljøbelastning har en miljøomkostning, der er 4.100 kr. pr. år højere end gennemsnittet**

I tabel I.3 er også vist den gennemsnitlige miljøomkostning ved PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> og støj for de mest miljøbelastede boliger, alle boliger og de mindst miljøbelastede boliger. Den gennemsnitlige årlige miljøomkostning for alle er således på 11.600 kr. Til sammenligning er miljøomkostningen på 15.700 kr. pr. år for personer i en bolig, der er blandt de mest miljøbelastede. Det vil sige, at en gennemsnitsperson bosat i et område med høj miljøbelastning har en samlet miljøomkostning, der er ca. 4.100 kr. pr. år større end en person bosat i en gennemsnitsbolig. 4.100 kr. svarer til ca. 1,5 pct. af den gennemsnitlige årlige ækvivalerede disponible indkomst. De personer, som bor i de mindst miljøbelastede boliger, har til sammenligning en årlig miljøomkostning på ca. 8.500 kr. pr. år, dvs. ca. 3.100 kr. mindre end for en gennemsnitsperson.

**En person bosat et år i højest miljøbelastning taber ca. 40 timers levetid i fht. en person i en gennemsnitsbolig**

Cirka 90 pct. af de opgjorte miljøomkostninger dækker over tidlig død og dermed tab af levetid.<sup>17</sup> En person bosat i et område med høj miljøbelastning har en større risiko for at dø tidligere end en person bosat i et gennemsnitsområde. For en person, der bor et år i et område med højest miljøbelastning, svarer miljøbelastningen til en forventet reduktion i levetiden svarende til ca. 175 timer, mens en person, der bor i et gennemsnitsområde i gennemsnit kan forvente at få reduceret levetiden med ca. 136 timer som følge af støj og luftforurening. Dermed tabes ca. 40 timer af den forventede levetid, hvis en person er bosat i en bolig med høj miljøbelastning i et år, i forhold til hvis personen var bosat i en gennemsnitsbolig i et år.<sup>18</sup> Den miljøfaktor, der bidrager mest til denne forskel i forventet levetid, er PM<sub>2,5</sub>, jf. tabel I.4.

---

17) Se baggrundsnotatet, der er tilgængelig på [www.dors.dk](http://www.dors.dk).

18) Kombinationen af tab af 40 timer i forventet levetid og de 4.100 kr. i forskel mellem en person i et miljøbelastet område og en gennemsnitsperson svarer til en værdi på ca. 900.000 kr. for et tabt leveår.

**TABEL I.4 MILJØOMKOSTNINGER OPGJORT I TABT LEVETID**

	Højest miljø- belastning	Alle	Lavest miljø- belastning
	----- Timer pr. år pr. person.-----		
PM <sub>2,5</sub>	139	119	95
NO <sub>2</sub>	34	17	8
Støj	3	0	0
I alt	175	136	103

Anm.: Kun tab af levetid i form af forøget risiko for at dø eller få forkortet levetiden.

Kilde: Egne beregninger.

**Størst  
helbredseffekter  
for PM<sub>2,5</sub>**

Sammenlignes tabel I.3 og tabel I.4 ses, at forskellen i PM<sub>2,5</sub> koncentrationen mellem de mest og de mindst miljøbelastede boliger er relativ lille, men at denne forskel bidrager til den største forskel i forventet levetid. Dette skyldes, at helbredseffekterne relateret til død og tabt levetid for PM<sub>2,5</sub> er større end for nogle af de andre miljøpåvirkninger.

## BOLIGTYPER OG SOCIOØKONOMISKE GRUPPER

**Hvilke typer  
boliger er mest  
miljøbelastede?**

I det følgende afsnit undersøges først, hvilke typer boliger der er mest miljøbelastede. Derefter undersøges det, om beboerne i de mest miljøbelastede boliger har særlige socioøkonomiske karakteristika.

**Flere lejligheder  
blandt boliger  
med højest  
miljøbelastning**

Som det fremgik af tabel I.3, ligger boliger med højest miljøbelastning i høj grad i hovedstadsområdet og i de større byer. Med hensyn til boligtyper er næsten ¾ af de mest miljøbelastede boliger således lejligheder, hvilket er udtryk for en overrepræsentation, idet kun 39 pct. af alle boliger er lejligheder, jf. tabel I.5. Særligt andelsboliger, ligger i højere grad i områder med højest miljøbelastning sammenlignet med den gennemsnitlige fordeling af boligtyper. Det er til gengæld en relativ lille andel af de almennyttige boliger, som er mest miljøbelastede.



**TABEL I.5 BOLIGTYPER MED FORSKELLIGT MILJØ**

	Højest miljø- belastning	Alle vægtet <sup>a)</sup>	Alle	Lavest miljø- belastning
	----- Pct. -----			
<b>Boligtype</b>				
Ejerbolig	32	42	49	69
Almennyttig bolig	15	23	20	12
Privat leje	12	8	10	9
Andelsbolig	24	13	8	3
Øvrige boligtyper	17	12	11	5
<b>Hus/Lejlighed</b>				
Hus	27	45	59	88
Lejlighed	73	53	39	11

a) Vægtet for forskelle mellem pendlingsoplande.

Anm.: "Øvrige boligtyper" dækker tjenesteboliger og uoplyste boligtyper, "Hus/lejlighed" summer ikke altid til 100 pct., idet der er nogle få observationer, som er missing i data.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.

#### Vægtning til korrektion af geografiske forskelle

Der er som nævnt ovenfor flere miljøbelastede boliger i hovedstadsområdet, og samtidig er der generelt en høj andel af lejligheder i hovedstadsområdet. At der er relativt mange lejligheder, som er miljøbelastede, kan derfor afspejle, at andelen af lejligheder er ulige fordelt mellem pendlingsoplande med høj miljøbelastning og lav miljøbelastning. For at neutralisere virkningen af en skæv fordeling af boliger i miljøbelastede pendlingsoplande, kan opgørelsen for "alle boliger" vægtes i forhold til andelen af boliger i højeste miljøbelastning i hvert pendlingsopland. Den vægtede fordeling er vist i søjlen "Alle vægtet" i tabel I.5. Vægtningen er nærmere forklaret i boks I.8.

## BOKS I.8 VÆGTNING TIL KONTROL AF FORSKELLE I MILJØBELASTNING MELLEM PENDLINGSOPLANDE

Der er foretaget en vægtning for bedre at kunne sammenligne karakteristika ved alle boliger med karakteristika for de miljøbelastede boliger. Dette gøres ved at tildele boligtyper og (senere) socioøkonomiske karakteristika højere vægte for pendlingsoplande med relativ mange miljøbelastede boliger, og lavere vægte for pendlingsoplande med relativ få miljøbelastede boliger. Vægtningen svarer til en standardberegning.

Hvis f.eks. pendlingsopland A har en andel på 10 pct. af alle boliger, men kun en andel på 5 pct. af alle de miljøbelastede boliger, vil pendlingsopland A få en vægt på 0,5 (0,05/0,10). Hvis pendlingsopland B har en andel på 5 pct. af alle boliger, men 10 pct. af de miljøbelastede boliger, vil pendlingsopland B få en vægt på 2.

Standardberegningen med disse vægte betyder, at det enkelte pendlingsopland har samme vægt ved beregningen af f.eks. andelen af lejligheder for alle boliger, som det har i beregningen af andelen af lejligheder for boliger med højest miljøbelastning. Sammenligningen af boligtyper med den vægtede fordeling svarer til at sammenligne fordelingen for boliger med højest miljøbelastning med fordelingen for alle boliger *indenfor* samme pendlingsopland.

Når andelen af lejligheder blandt de mest miljøbelastede (73 pct.) er højere end den vægtede andel af alle lejligheder (53 pct.) er det udtryk for, at lejligheder også er overrepræsenteret blandt miljøbelastede boliger i de pendlingsoplande, hvor de fleste miljøbelastede boliger ligger.

### Lejligheder er blandt de mest miljøbelastede boliger

I den vægtede fordeling af boligkarakteristika er der således korrigeret for forskelle mellem pendlingsoplande, således at f.eks. andelen af lejligheder i den vægtede søjle er justeret op for at tage højde for, at der er flere lejligheder blandt alle boliger i hovedstadsområdet. Sammenligningen mellem boliger med højest miljøbelastning og den vægtede fordeling af boliger viser, at der også indenfor de pendlingsoplande, hvor de miljøbelastede boliger ligger, er forholdsvis mange lejligheder, andelsboliger og private lejeboliger blandt de mest miljøbelastede boliger. Forskellen er dog betydelig mindre, end når der sammenlignes med den uvægtede fordeling af boliger.

### Sammenligning af socioøkonomiske karakteristika

I tabel I.6 sammenlignes socioøkonomiske karakteristika for beboere i boliger med højest miljøbelastning med hele befolkningen og med beboere i boliger med lavest miljøbelastning.

**TABEL I.6 SOCIOØKONOMISKE FORSKELLE MELLEM BEBOERE I BOLIGER MED FORSKELLIG MILJØBELASTNING**

	Højest miljø- belastning	Alle vægtet <sup>a)</sup>	Alle	Lavest miljø- belastning
	----- Pct. -----			
<b>Demografi</b>				
Indvandrere og efterkommere	18	15	12	5
Enlige	46	39	36	26
Ingen børn	75	71	72	69
Pensionister (over 65 år)	16	22	23	26
<b>Uddannelse</b>				
Ufaglært	22	25	28	32
Gym. el. erhvervsfaglig udd.	39	40	42	44
Videregående uddannelse	39	35	30	23
<b>Arbejdsmarkedstilknytning (18-65 år)</b>				
Beskæftiget	75	75	74	77
Ikke beskæftiget	19	20	21	20
Studerende	6	4	4	4
	----- 1.000 kr. -----			
Ækvivaleret disp. indkomst	257,0	274,9	259,2	248,2

a) Vægtet for forskelle mellem pendlingsoplande.

Anm.: Videregående uddannelse dækker kort, mellemlang og lang videregående uddannelse.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.

**Flere indvandrere og højtuddannede i de mest miljøbelastede boliger, ...**

Det fremgår, at der bor forholdsvis mange indvandrere og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger i forhold til hele befolkningen. I forhold til uddannelse bor der færre ufaglærte og flere med videregående uddannelse i de mest miljøbelastede boliger.

**... afspejler i nogen grad geografisk bosætning**

Når der via vægtningen tages højde for forskelle i beboersammensætningen mellem pendlingsoplande, er der dog en væsentlig reduktion i forskellene mellem højtuddannede, indvandrere og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger og alle personer. Den høje andel af personer med en videregående uddannelse, indvandrere og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger afspejler således delvist geografiske forskelle i bosætning, dvs. at en forholdsvis stor andel af personer med en videregående uddannelse samt indvandrere og efterkommere er bosat i pendlingsoplande, hvor der er mange miljøbelastede boliger, blandt andet i hovedstadsområdet.

**Forholdsvis mange enlige i de mest miljøbelastede boliger**

Der er også relativt mange enlige og personer uden børn i de mest miljøbelastede boliger. Dette gælder også efter, at der via vægtningen korrigeres for forskelle i beboersammensætningen mellem pendlingsoplande. Den højere andel af enlige i miljøbelastede boliger kan afspejle, at enlige i højere grad bor i byerne og i lejligheder, som samtidig er en boligtype, hvor der oftere er en høj miljøbelastning, som det også fremgår af tabel I.6.

**Personer i boliger med højest miljøbelastning har lavere indkomst end andre i samme pendlingsopland**

Forskellen i ækvivaleret disponibel indkomst mellem personer i boliger med højest miljøbelastning og alle personer er meget lille. Vægtes i forhold til pendlingsområder, bliver forskellen større, så personer i boliger med højest miljøbelastning har en lavere ækvivaleret disponibel indkomst end alle personer. Dette skyldes, at der før vægtningen sammenlignes på tværs af pendlingsoplande, hvor forskelle i indkomst mellem pendlingsoplande har modvirket forskelle i indkomst indenfor pendlingsoplande. Sammenligningen med de korrigerede resultater viser, at der er en vis sammenhæng mellem lav indkomst og det at bo i de mest miljøbelastede boliger, når man ser indenfor pendlingsområder.

**Estimationer bekræfter resultater i tabel I.6**

Der er udført estimationer for at validere de forskelle i socioøkonomiske karakteristika mellem personer i de mest miljøbelastede boliger i forhold til personer i andre boliger, som fremgår af tabel I.6, jf. boks I.9. Resultaterne her bekræfter, at det i lidt højere grad er personer med videregående uddannelse, enlige, personer uden børn og indvandrere og efterkommere, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Det bekræftes også, at forskellene mindskes, når der korrigeres for forskelle mellem pendlingsoplande.

**Ikke samme resultater som i udenlandske undersøgelser**

Udenlandske undersøgelser har fundet, at personer med lav uddannelse, arbejdsløse og etniske minoriteter oftere bor i de mest miljøbelastede boliger, jf. afsnit I.2. I ovenstående analyser findes tilsvarende resultater for efterkommere og indvandrere, men ikke for lavt uddannede og for personer, der ikke er i beskæftigelse. Således svarer andelen af personer uden beskæftigelse, og fordelingen på uddannelsesgrupper, i de mest miljøbelastede boliger stort set til gennemsnittet, når der er vægtet for forskelle mellem pendlingsoplande.

## BOKS I.9

### PARAMETRISK ANALYSE AF SOCIOØKONOMISKE KARAKTERISTIKA FOR PERSONER I DE MEST MILJØBELASTEDE BOLIGER

Der er gennemført en parametrisk analyse for at belyse, hvordan sandsynligheden for at bo i en af de mest miljøbelastede boliger afhænger af socioøkonomiske karakteristika. Analysen har til formål at validere de forskelle, der fremgik af den beskrivende analyse i tabel I.6.

Der er estimeret en lineær sandsynlighedsmodel, hvor den afhængige variabel har værdien 1, hvis personen bor i en af de mest miljøbelastede boliger (og værdien 0, hvis personen bor i en anden bolig). Som forklarende variable medtages de socioøkonomiske karakteristika, som indgik i tabel I.3 samt alderskategorier. I modellen er der også korrigeret for forskelle mellem pendlingsoplande.

De estimerede parametre bekræfter resultaterne fra tabel I.6. Således er de estimerede parametre højest for enlige, personer uden børn og personer med en videregående uddannelse. Modellen viser blandt andet, at personer med en videregående uddannelse har ca. 3 pct. større sandsynlighed for at bo i en af de mest miljøbelastede boliger, mens en person uden børn ca. har 4 pct. større sandsynlighed for at bo i en af de mest miljøbelastede boliger. Indvandrere og efterkommere har ca. 1 pct. større sandsynlighed for at bo i en af de mest miljøbelastede boliger.

a) Regressionerne fremgår af et baggrundsnotat.

## BØRN UDSAT FOR HØJERE MILJØBELASTNING

**Børn udsat for høj miljøbelastning har højere risiko for dårligt helbred end voksne**

Børn kan betragtes som en sårbar gruppe i forhold til miljøpåvirkning.<sup>19</sup> Især børn, der har været udsat for en høj miljøbelastning i en længere periode, må formodes at have en forhøjet risiko for dårligere helbred, jf. afsnit I.2. I det følgende ses derfor på, hvad der karakteriserer forældre til børn, der er vokset op i områder med dårligere miljø. Socioøkonomiske karakteristika for disse børns forældre sammenlignes med den gennemsnitlige fordeling for forældre til alle børn født i 2000-2002.

19) For ældre er der også større helbredseffekter forbundet med specifikke koncentrationniveauer end for den generelle befolkning. I data er der kun observeret meget få personer over 65 år, der bor i boliger, hvor disse koncentrationer overskrides. Derfor ses bort fra ældre som en sårbar gruppe i denne analyse.

#### DATA FOR BØRN FRA ÅR 2000

I analysen følges børn født i årene 2000-2002. Ved at fokusere på denne periode er der tilgængelige data, så det er muligt at identificere børn, der har boet 15 år eller mere i en bolig med dårligst miljø (dvs. de mest udsatte børn).

Data indeholder information om luftforureningen i år 2012 og for støj i år 2015, jf. afsnit I.3. Der er ikke oplysninger om miljøpåvirkninger opgjort på adresseniveau tilbage i tid. Derfor bygger analysen på en antagelse om, at boliger, der i 2012 og 2015 havde en høj miljøbelastning, også havde dette tilbage i år 2000. Denne antagelse understøttes af målinger af luftforurening og trafikmålinger tilbage i tiden. Se baggrundsnotatet, der er tilgængeligt på [www.dors.dk](http://www.dors.dk).

**Flere børn af indvandrere vokser op i miljøbelastede boliger ...**

Overordnet er der ikke stor forskel i de socioøkonomiske karakteristika mellem forældre til børn, der har boet lang tid i en bolig med højest miljøbelastning og forældre til børn i almindelighed. Der er heller ikke nogen tydelig forskel i den gennemsnitlige indkomst for de to grupper. Der er dog en større andel af børn af indvandrere og efterkommere, som er vokset op i boliger med højest miljøbelastning, jf. tabel I.7.

**... men ikke når der ses på fordeling indenfor pendlingsoplande**

Det fremgår dog, at der ikke er flere børn af indvandrere og efterkommerne, når der korrigeres for forskelle mellem pendlingsoplande gennem vægtning på samme måde som i boks I.8, jf. de kursiverede tal i tabel I.7.

**Flere børn af højtuddannede i boliger med højest miljøbelastning**

Der er også en forholdsvis stor andel af børn af forældre med videregående uddannelse, som er vokset op i områder med højest miljøbelastning. Andelen af børn af forældre med videregående uddannelse mindskes, når der vægtes med pendlingsoplande, men der er fortsat en forskel. Udenlandske undersøgelser finder, at især børn af forældre med lav uddannelse og lav indkomst bor i områder med højest miljøbelastning, jf. afsnit I.2. I modsætning hertil er det i Danmark i lidt højere grad børn af veluddannede, som vokser op i områder med højest miljøbelastning.

**TABEL I.7 SOCIOØKONOMISKE FORSKELLE FOR FORÆLDRE TIL BØRN I BOLIGER MED FORSKELLIG MILJØKVALITET**

	Højest miljø-belastning i +15 år	Alle vægter <sup>a)</sup>	Alle
	----- Pct. -----		
<b>Demografi</b>			
Indvandrere og efterkommere	13	13	9
Enlige	23	28	25
Pensionister (over 65 år)	2	2	3
<b>Uddannelse</b>			
Ufaglært	7	9	9
Gym. el. erhvervsfaglig udd.	35	37	41
Videregående uddannelse	58	54	50
<b>Arbejdsmarkedstilknytning (18-65 år)</b>			
Beskæftiget	93	91	91
Ikke beskæftiget	1	1	1
Studerende	6	8	8
	----- 1.000 kr. -----		
Ækvivaleret disp. indkomst	243,2	245,2	226,0

a) Vægtet for forskelle mellem pendlingsoplade.

Anm.: Videregående uddannelse dækker kort -, mellemlang – og lang videregående uddannelse. Uden for arbejdsmarkedet dækker over førtidspensionister og øvrige. Barnet er repræsenteret af den forælder med det højeste uddannelsesniveau. Det samme gør sig gældende for arbejdsmarkedstilknytning. Således har et barn, hvor den ene forælder er "Ikke beskæftiget" og den anden "Beskæftiget", fået tildelt tilknytningen "Beskæftiget".

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata fra 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.

## I.6 SAMMENFATNING

### Fordelingsmæssige aspekter af selve miljøpåvirkningen

Kapitlet har belyst forskellige aspekter af miljø og fordeling. Der er i Danmark fokus på de fordelingsmæssige effekter af grønne afgifter. Det fremføres således ofte i debatten, at grønne afgifter rammer personer med lav indkomst hårdere end personer med høj indkomst. Der har imidlertid ikke været tilsvarende fokus på fordelingsmæssige aspekter af selve miljøbelastningen i Danmark. I kapitlet er det derfor undersøgt, om der er forskelle i den miljøbelastning, som personer i Danmark udsættes for. Derudover er det vurderet, om der er en sammenhæng mellem graden af miljøbelastning og personers indkomst. Endelig er det undersøgt, om det er personer med særlige

socioøkonomiske karakteristika, som bor i de mest miljøbelastede boliger i Danmark.

#### Luftforurening, støj og nærhed til natur

I kapitlet er der foretaget analyser af miljøbelastning i form af luftforurening ( $PM_{2,5}$  og  $NO_2$ ) og støj fra vejtrafik. Derudover er også foretaget analyser af gevinsten ved at bo tæt på skov, sø og kyst. For disse miljøpåvirkninger findes landsdækkende data, som kan knyttes til alle boliger i Danmark. Data om miljøpåvirkninger er herefter koblet med oplysninger om beboernes indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika.

#### Flere miljøpåvirkninger end i tilsvarende udenlandske analyser

Resultaterne i kapitlet kan ikke generaliseres til at omfatte miljøbelastninger, som ikke indgår i analysen. Tilgængeligheden af geografisk detaljerede landsdækkende data, der kan knyttes til personer, har været med til at afgrænse, hvilke miljøpåvirkninger, som er medtaget i analysen. Mange tilsvarende udenlandske analyser ser kun på en enkelt type miljøbelastning, som f.eks. luftforurening. Analysen i kapitlet er således mere omfattende end mange udenlandske analyser.

### FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER

#### Lille ulighed i fordeling af $PM_{2,5}$

Der er stor forskel på graden af ulighed i fordelingen af de forskellige typer miljøbelastning og nærheden til natur mellem personer i Danmark. Således er der relativt lille forskel i miljøpåvirkning fra  $PM_{2,5}$  mellem forskellige personer. Uligheden i fordelingen af  $PM_{2,5}$  er således lille sammenlignet med uligheden i fordelingen af indkomst.

#### Lidt større ulighed i fordeling af $NO_2$

Der er også relativt små forskelle i koncentrationerne af  $NO_2$  mellem forskellige personer. Forskellene i koncentrationen af  $NO_2$  mellem personer er dog større end for  $PM_{2,5}$ . Uligheden i fordelingen af  $NO_2$  svarer således nogenlunde til uligheden i fordelingen af indkomst. Den større ulighed for  $NO_2$  i forhold til  $PM_{2,5}$  afspejler, at koncentrationen af  $NO_2$  i højere grad varierer med lokale kilder, som f.eks. kraftværker, trafik og skibsfart, mens  $PM_{2,5}$  primært kommer fra udlandet og har mere regional karakter.

#### Størst ulighed i støj og nærhed til natur

Sammenlignet med de to typer luftforurening er der store forskelle i støjforureningen og i nærheden til natur mellem forskellige personer. Dette afspejler, at støj og nærhed til natur har meget lokal karakter. Uligheden i nærheden til natur kan dog være overvurderet. Som eksempel indgår mindre naturområder ikke i analysen, hvilket kan gøre, at forskelle i nærheden til natur overvurderes.



## MILJØPÅVIRKNING OG INDKOMST

Ikke entydigt om personer med lav indkomst har bedre eller dårligere miljø

Der er i litteraturen peget på forskellige mekanismer, som kan medføre en sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning. Den såkaldte *afvejningsmekanisme* tilsiger, at personer med lav indkomst også generelt vil have lavere miljøbelastning. I modsætning hertil peger *markedsmekanismen* på, at personer med lav indkomst i højere grad vil have en højere miljøbelastning jf. afsnit I.2.

Personer med lav indkomst har lav miljøbelastning ud fra afvejningsmekanismen

*Afvejningsmekanismen* bygger på, at indkomstmulighederne varierer mellem forskellige geografiske områder. Således er indkomstpotentialet ofte større i store byer, hvor der typisk også er højere miljøbelastning. Det betyder, at der kan være en tendens til, at personer, der bor i et geografisk område med gode indtjeningsmuligheder, også har relativ høj miljøbelastning, og personer, der bor i et område med lavere gennemsnitlig indkomst, har mindre miljøbelastning. Denne mekanisme tilsiger således, at personer med lav indkomst ofte vil have relativ lav miljøbelastning, mens personer med høj indkomst ofte kan have højere miljøbelastning.

Personer med lav indkomst har høj miljøbelastning ud fra markedsmekanismen

*Markedsmekanismen* tager udgangspunkt i, at de fleste personer opfatter en bolig i et boligkvarter uden miljøbelastning som et gode, de er villige til at betale mere for. Dette presser boligpriser (og huslejer) op i boligkvarterer med lav miljøbelastning. Personer med høj indkomst har derfor bedre mulighed for at bosætte sig i boligkvarterer med lav miljøbelastning, mens personer med relativt lave indkomster kan have en tendens til at bosætte sig i boliger med højere miljøbelastning grundet de lavere boligpriser.<sup>20</sup>

Mekanismer kan være forskellige indenfor og mellem pendlingsoplande

Afvejningsmekanismen og markedsmekanismen giver således anledning til forskellige tendenser i sammenhængen mellem miljøpåvirkninger og indkomst. I praksis kan begge mekanismer være i spil på samme tid. Det vil være naturligt at forvente, at afvejningsmekanismen primært kan være i spil, når man betragter forskelle mellem større geografiske områder, f.eks. pendlingsoplande. Omvendt er der grund til at forvente, at *markedsmekanismen* i højere grad er relevant, når man betragter sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor de forskellige pendlingsoplande. Analyserne i kapitlet tyder på, at dette er tilfældet i Danmark.

---

20) En tredje forklaring, der er fremhævet i litteraturen, kaldet *politisk allokering*, lægger vægt på, at personer med høj indkomst oftere har større politisk indflydelse end personer med lav indkomst. I givet fald kan det bevirke, at forurenende aktiviteter bliver placeret tættere på boligområder, hvor indkomsten er lav.

Litteraturen tyder på klar sammenhæng mellem lav indkomst og dårligt miljø

I udlandet er foretaget flere analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning. Disse analyser viser typisk, at personer med lav indkomst er mere udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst. Denne sammenhæng er i overensstemmelse med *markedsmekanismen*.

Stor variation i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst

Baseret på data fra Danmark synes sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst at være svag. Der er til gengæld betydeligt større forskelle i niveauet af de forskellige typer miljøbelastning og nærheden til natur for personer med samme indkomstniveau. Det tyder på, at forskelle i indkomst kun spiller en mindre rolle i forhold til at forklare forskelle i miljøbelastning og nærhed til natur.

Personer med lav indkomst bor i områder med lidt dårligere miljø ...

Analyserne i kapitlet viser dog, at der er en tendens til, at personer med lav indkomst bor i områder med lidt dårligere miljø, mens personer med høj indkomst bor i områder med lidt bedre miljø. Denne sammenhæng er mest udtalt, når man sammenligner variationen i miljøpåvirkning med variationen i indkomst *indenfor* pendlingsoplande. Dette harmonerer med, at markedsmekanismen især gør sig gældende indenfor pendlingsoplande.

... men sammenhængen er svag

Sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning er imidlertid svag. Beregninger i kapitlet viser, at personer, der i gennemsnit har 100.000 mere i ækvivaleret disponibel indkomst, i gennemsnit oplever en reduktion i miljøbelastning, som har en værdi svarende til henholdsvis 30 kr. for PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> og 5 kr. for støj.<sup>21</sup>

Bedre indkomst, men også dårligere miljø i byer

Sammenlignes indkomstniveau og miljøbelastning *mellem* forskellige pendlingsoplande er der for støj og nærhed til natur en tendens til, at der er mere støj eller dårligere adgang til natur i pendlingsoplande, hvor den gennemsnitlige indkomst er høj. En lignende sammenhæng ses også for NO<sub>2</sub>, selv om den ikke er statistisk signifikant. Sammenhængen harmonerer med ideen i afvejningsmekanismen om, at der er bedre indtjeningsmuligheder i byer og tæt befolkede områder, hvor der typisk også er dårligere miljø.

Indkomst forklarer ikke miljøforskelle

Analyserne i kapitlet viser således ud fra danske data sammenhænge mellem miljøpåvirkninger og indkomst, som er konsistente med de ulighedsskabende mekanismer, der er beskrevet i den videnskabelige litteratur. Hovedkonklusionen er imidlertid, at langt størstedelen af variationen i de medtagne miljøpåvirkninger er mellem personer med

21) Beregningen er alene illustrativ, da sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning ikke nødvendigvis kan tolkes som en kausal sammenhæng.

samme indkomst. Det tilsiger, at indkomstforskelle ikke er en væsentlig forklaring på forskelle i de undersøgte miljøpåvirkninger i Danmark.

## PERSONER MED HØJEST MILJØBELASTNING

**De mest miljø-belastede boliger i forhold til luft-forurening og støj**

Det er i kapitlet undersøgt, hvad der karakteriserer de mest miljøbelastede boliger i Danmark, og hvad der karakteriserer dem, der bor i disse boliger. De mest miljøbelastede boliger er her defineret som boliger, hvor de 10 pct. af befolkningen, som er mest udsat for luftforurening og støj bor. Således indgår nærhed til natur ikke i udvælgelsen af de mest miljøbelastede boliger.

**De mest miljø-belastede boliger ligger især i hovedstadsområdet**

De fleste af de mest miljøbelastede boliger ligger i hovedstadsområdet eller omkring de større byer i Danmark. Omvendt er boliger med lavest miljøbelastning lokaliseret i mindre byer eller på landet, og især i region Nordjylland og region Midtjylland.

**Ekstra årlig miljøomkostning på 4.100 kr. pr. år**

Miljøbelastningen knyttet til de enkelte boliger kan omregnes til en samlet, årlig miljøomkostning opgjort i kroner baseret på såkaldte enhedspriser. Enhedsomkostningerne afspejler både geneomkostninger, f.eks. ved støj, og alvorlige helbredseffekter, herunder for tidlig død. Den beregnede årlige miljøomkostning ved luftforurening og støj er ca. 4.100 kr. større pr. person i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med miljøomkostningen i en bolig med gennemsnitlig miljøbelastning. Dette svarer til ca. 1,5 pct. af den gennemsnitlige ækvivalerede disponible indkomst pr. person. En stor del af denne højere miljøomkostning ved miljøbelastning skyldes en øget risiko for at få forkortet levetiden på grund af sygdom. Størrelsen af den øgede helbredsrisiko svarer til en forventning om 40 timers tidligere død ved at bo et år i en af de mest miljøbelastede boliger i forhold til en gennemsnitlig bolig.

**Færre almenlystige boliger er blandt de mest miljøbelastede**

Der er relativt flere lejligheder, andelsboliger og private lejeboliger i de mest miljøbelastede områder. Til gengæld er der færre almenlystige boliger i de mest miljøbelastede områder. Det vil sige, at almenlystige boliger i mindre grad er miljøbelastede.

**Kun mindre forskelle i socioøkonomiske karakteristika**

Analyser i kapitlet viser, at der overordnet er beskedne forskelle i de socioøkonomiske karakteristika af beboere i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med alle boliger, når der kontrolleres for geografiske forskelle mellem pendlingsoplande. Der er dog lidt flere enlige og familier uden børn i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med beboerne i alle boliger. Der er også relativt flere personer med videregående uddannelser i de mest miljøbelastede boliger. Til

gængæld er der færre pensionister i de mest miljøbelastede boliger i forhold til alle boliger. Endelig er der en lidt højere andel af indvandre-re og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger i forhold til alle boliger.

**Lidt flere børn af højtuddannede vokser op i de mest miljøbelastede boliger**

Børn kan betragtes som en sårbar gruppe. Derfor er det undersøgt, om børn, der er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, har forældre med andre socioøkonomiske karakteristika end andre børn. Overordnet set er der kun små forskelle mellem forældre til børn, der er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, og børn i almindelig-hed. Der er dog forholdsvis lidt flere børn af forældre med en videre-gående uddannelse, som er vokset op i de mest miljøbelastede boli-ger.

**Lavt uddannede i udlandet, men højtuddannede i Danmark**

Udenlandske undersøgelser har fundet, at det i høj grad er personer med lav uddannelse, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Nær-værende analyse tyder ikke på, at det er tilfældet i Danmark. Tvært-imod er der relativt lidt flere med en videregående uddannelse, som bor i de mest miljøbelastede boliger i Danmark. Der er også relativt lidt flere børn, der vokser op i de mest miljøbelastede boliger, som har forældre med en videregående uddannelse.

## LITTERATUR

Almond, D., J. Currie og V. Duque (2018): Childhood circumstances and adult outcomes: Act II. *Journal of Economic Literature*, 56(4), 1360-1446.

Andersen, M. S. (2018): *Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 2.0*. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 19. juni 2018.

Andersen, M. S., L. M. F. Rasmussen og J. Brandt, (2019): *Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 3.0*. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 14. marts 2019.

Babisch, W. (2006): *Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies. Dose-effect curve and risk estimation*. Umwelt Bundes Amt. Für Mensch und Umwelt. WaBoLu-Hefte 01/06 ISSN 0175-4211, Berlin 2006.

Banzhaf, H. S., (2008): *Environmental Justice: Opportunities Through Markets*. Political Economy Research Center, Bozeman, Montana.

Banzhaf, H. S. og R. P. Walsh (2009): Do People Vote with Their Feet? An Empirical Test of Tiebout's Mechanism. *American Economic Review*, 98(3), 843-863.

Been, V. og F. Gupta (1997): Coming to the nuisance or going to the barrios? A longitudinal analysis of environmental justice claims. *Ecology Law Quarterly*, 24(1), 1–56.

Beverland, I. J., G. R. Cohen, M. R. Heal, M. Carder, C. Yap, C. Robertson, C. L. Hart, ...og R. M. Agius (2012): A comparison of short-term and long-term air pollution exposure associations with mortality in two cohorts in Scotland. *Environmental health perspectives*, 120(9), 1280-5.

Bolte G. og H. Fromme (2008): Umweltgerechtigkeit als Themenschwerpunkt der Gesundheits-Monitoring-Einheiten (GME) in Bayern. *Umweltmedizinischer Informationsdienst*, 2, 39–42.

Bouvier, R. (2014): Distribution of income and toxic emissions in Maine, United States: Inequality in two dimensions. *Ecological Economics*, 102, 39-47.

Bowen, W. (2002): An analytical review of environmental justice research: What do we really know? *Environmental Management*, 29(1), 3-15.

Boyce, J. K., K. Zwickl og M. Ash (2016): Measuring environmental inequality. *Ecological Economics*, 124, 114-123.

Brandt, J., J. H. Christensen og S. S. Jensen (2015): *Helbredseffekter af grænseoverskridende luftforurening til og fra Danmark*. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 141, 2015. Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab.

Brandt, J., S. S. Jensen, M. Andersen, M. Plejdrup og O. K. Nielsen (2016): *Helbredseffekter og helbredsomkostninger fra emissionssektorer i Danmark*. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 182, 2016. Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab.

Briggs D, J. J. Abellan og D. Fecht (2008): Environmental inequity in England: small area associations between socio-economic status and environmental pollution. *Social Science and Medicine*. 67(10), 1612–29.

Brooks, N. og R. Sethi (1997): The distribution of pollution: Community characteristics and exposure to air toxics. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32(2), 233-250.

Chaix, B., S. Gustafsson, M. Jerrett, H. Kristersson, T. Lithman, A. Boalt og J. Merlo (2006): Children's exposure to nitrogen dioxide in Sweden: investigating environmental injustice in an egalitarian country. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60, 234–241.

Cropper, M. L. og A. S. Arriaga-Salinas (1980): Inter-city wage differentials and the value of air quality. *Journal of Urban Economics*, 8(2), 236-254.

Currie J. (2011): Inequality at birth: some causes and consequences. *American Economic Review*, 101, 1–22.

Currie, J. og R. Walker (2011): Traffic Congestion and infant health: Evidence from EZPass. *American Economic Journals: Applied Economics*. 3, 65–90.

Currie, J. (2016): Pollution and infant health. *Child development perspectives*, 7(4), 237-242.

Cutter, S. L., D. Holm og L. Clark (1996): The Role of Geographic Scale in Monitoring Environmental Justice. *Risk Analysis*, 16(4).

Danmarks Statistik (2000-2016): *Registerdata 2000-2016*.

Danmarks Statistik (2016): *Pendlingsområder – metode*. Danmarks Statistik. 22. november 2016.

De Økonomiske Råds formandskab (2016): *Dansk Økonomi*, Efterår 2016.

De Økonomiske Råds formandskab (2014): *Økonomi og Miljø. 2014*.

De Økonomiske Råds formandskab (2011): *Økonomi og Miljø. 2011*.

De Økonomiske Råds formandskab (2009): *Økonomi og Miljø, 2009*.

Diaz, R. S. (2017): Getting to the root of environmental injustice: Evaluating claims, causes, and solutions. *The Georgetown Environmental Law Review*, 29, 767-798.

EEA (2014): *Noise in Europe 2014*. EEA report No 10/2014. European Environment Agency. Luxembourg 2014.

EEA (2017): *Air quality in Europe – 2017 report*. EEA report No 13/2017. European Environment Agency. Luxembourg 2017.

Ellerman, T., J. Nygaard, J. K. Nøjgaard, C. Nordstrøm, J. Brandt, J. Christensen, M. Ketzel, A. Massling, R. Bossi og S. S. Jensen (2018): *The danish air quality monitoring programme. Annual summary for 2017*. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy. No. 281, 2018. Aarhus University, Department of Environmental Science.

Ellermann, T., J. Brandt, O. Hertel, S. Loft, Z. J. Andersen, O. Raaschou-Nielsen, J. Bønløkke og T. Sigsgaard (2014): *Luftforureningens indvirkning på sundheden i Danmark*. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 96, 2014. Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab.

Finansministeriet (2017): *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*.

Fan J., S. Li, C. Fan, Z. Bai og K. Yang (2015): The impact of PM2.5 on asthma emergency department visits: a systematic review and

meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research International*, 23(1), 843–50.

Franklin, M., A. Zeka og A. Biggeri (2007): Association between PM<sub>2.5</sub> and all-cause and specific-cause mortality in 27 US communities. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17(3), 279-87.

Gray, W. B. og R. J. Shadbegian (2004): Optimal Pollution Abatement – Whose Benefits Matter, and How Much? *Journal of Environmental Economics and Management*, 47(3), 510-534.

Hanna, B. G. (2007): House values, incomes, and industrial pollution. *Journal of Environmental Economics and Management*, 54, 100-112.

Jensen, A., T. H. Petersen, M. Sørensen og K. H. Lorenzen (2016): *Trafikstøj – et overset samfundsproblem*. En hvidbog om løsninger og udfordringer, Maj 2016.

Jensen, S. S., M. Ketzel, T. Becker, J. Christensen, J. Brandt, M. Plejdrup, M. Winther, O. K. Nielsen, O. Hertel og T. Ellermann (2017): High resolution multi-scale air quality modelling for all streets in Denmark. *Transportation Research Part D*, 52, 322-339.

Khalili, R., S. M. Bartell, X. Hu, Y. Liu, H. H. Chang, C. Belanoff, M. J. Strickland og V. M. Vieira (2018): Early-life exposure to PM<sub>2.5</sub> and risk of acute asthma clinical encounters among children in Massachusetts: a case-crossover analysis. *Environmental Health*, 17(20).

Kijima, M., K. Nishide og A. Ohyama (2010): Economic models for the environmental Kuznets curve: A survey. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24(7), 1187-1201.

McConnell, K. E. (1990): Double counting in hedonic and travel cost models. *Land Economics*, 66(2), 121-127.

Mirabelli M. C., A. Vaidyanathan, W. D. Flanders, X. Qin og P. Garbe (2016): Outdoor PM<sub>2.5</sub>, ambient air temperature, and asthma symptoms in the past 14 days among adults with active asthma. *Environ Health Perspect.* 124(12), 1882–90.

Mitchell, G., P. Norman og K. Mullin (2015): Who benefits from environmental policy? An environmental justice analysis of air quality change in Britain, 2001-2011. *Environmental Research Letters*, 10. doi:10.1088/1748-9326/10/10/105009.



Panduro, T. E. (2019): *The value of living in proximity to a forest, a lake and the sea – A large scale hedonic house price valuation*. Working paper, 2019. se [www.dors.dk](http://www.dors.dk).

Panduro, T. E., L. S. Svenningsen og C. U. Jensen (2017): *Værdien af sandfodring: Et husprisstudie af betydningen af sandfodring*. Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet.

Panduro, T. E. og B. J. Thorsen (2014): Evaluating two model reduction approaches for large scale hedonic models sensitive to omitted variables and multicollinearity. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 7(2), 85-102.

Pastor, M., J. Sadd og J. Hipp (2001): Which came first? Toxic facilities, minority move-in, and environmental justice. *Journal of Urban Affairs*, 23, 1–21.

Saha, R. og P. Mohai (2005): Historical context and hazardous waste facility siting: understanding temporal patterns in Michigan. *Social Problems*, 52(4), 618–648.

Simoni, M., S. Baldacci, S. Maio, S. Cerrai, G. Sarno og G. Viegi (2015): Adverse effects of outdoor pollution in the elderly. *Journal of Thoracic Disease*. 7(1), 34-45.

Skatteministeriet (2017): *Skatteøkonomisk redegørelse 2017*. Skatteministeriet.

Theil, H. (1967): *Economics and Information Theory*. North-Holland Publishing Company.

van Kempen, E., M. Casas, G. Pershagen og M. Foraster (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15.

Veie, K. L. (2011): *Dokumentation: Husprisanalysens andet trin: Efterspørgsel efter fravær af støj*. Dokumentationsnotat. De Økonomiske Råds Sekretariat

Voorheis, J. (2017): *Air quality, human capital formation and the long-term effects of environmental inequality at birth*. CARRA Working Paper 2017-05.

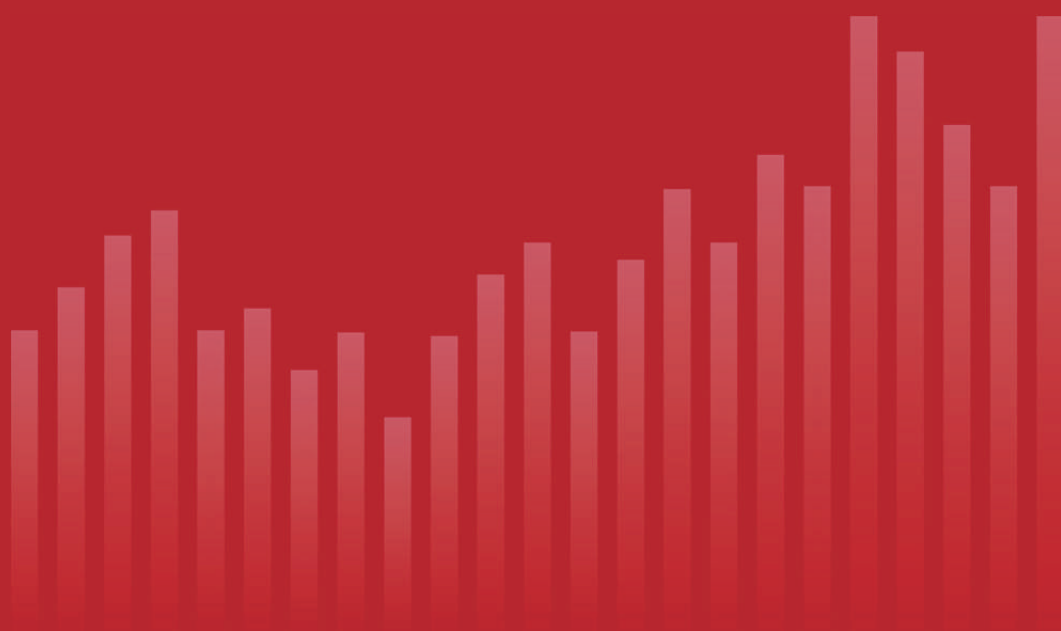
Vornovytssyy, M. og J. K. Boyce (2010): *Economic Inequality and Environmental Quality: Evidence of Pollution Shifting in Russia*. Working paper series No. 2017, PERI, University of Massachusetts.

WHO (2013): *Health Risks of Air Pollution in Europe – HRAPIE Project. Recommendations for Concentration-Response Functions for Cost-Benefit Analysis of Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide*.

WHO (2018): *Environmental noise guidelines for the European Region*. World Health Organization, 2018.

Zhou, Q., T. E. Panduro, B. J. Thorsen og K. Arnbjerg-Nielsen (2013): Adaption to extreme rainfall with open urban drainage system: An integrated hydrological cost-benefit analysis. *Environmental management*, 51(3), 586-601.

Zwickl, K., M. Ash og J. K. Boyce (2014): Regional variation in environmental inequality: industrial air toxics exposure in U.S. cities. *Ecological Economics*, 7, 494-509.



De Økonomiske Råd   
Formandskabet

# **KAPITEL II**

# **LÆKAGE AF**

# **DRIVHUSGAS-**

# **UDLEDNINGER**

# **OG DANSK**

# **KLIMAPOLITIK**

## **KAPITEL II**

### **LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER OG**

### **DANSK KLIMAPOLITIK**

#### **RESUME**

Dansk CO<sub>2</sub>e-regulering mindsker udledningen af drivhusgasser fra Danmark, men kan samtidig øge udledning af drivhusgasser i udlandet – dette kaldes CO<sub>2</sub>e-lækage.

Analyser i kapitlet viser, at lækageraten for Danmark er på 45-53 pct. Det vil sige, at dansk CO<sub>2</sub>e-reduktion på 1 mio. ton giver en global CO<sub>2</sub>e-reduktion på ca. 0,5 mio. ton.

Lækageraten er især høj for de danske kvotesektorer på grund af overlappet med den europæiske kvoteregulering. I ikke-kvotesektoren er lækageraten generelt lav, og her vil en ambitiøs dansk klimapolitik lede til relativ store reduktioner i den globale udledning af drivhusgasser.

Lækageraten er dog høj for landbruget. På trods af dette er det fortsat en samfundsøkonomisk fordel at reducere landbrugets udledning af drivhusgasser, da det giver afledte gevinster i form af mindre udledning af ammoniak og nitrat.

## II.1

## INDLEDNING

**Danske klimamål skal bidrage til at mindske den globale opvarmning**

I den danske klimapolitik er der mål om at mindske udledningen af drivhusgasser fra Danmark. Nogle af disse mål er aftalt med EU, mens andre er selvstændige danske målsætninger. Disse målsætninger er sat for, at Danmark skal bidrage til at mindske den globale opvarmning.

**Strammere dansk klimapolitik medfører lækage**

For at mindske udledningen af drivhusgasser fra Danmark i overensstemmelse med målsætningerne vil det formentlig være nødvendigt at indføre en strammere dansk klimapolitik. Det kan for eksempel ske ved at indføre stigende afgifter på udledning af drivhusgasser. Typisk vil en sådan stramning ikke kun give anledning til færre danske udledninger, men vil også medføre en øget udledning af drivhusgasser i udlandet. Dette fænomen kaldes for lækage. Konsekvensen af lækage er, at en stramning af den danske klimapolitik har en mindre effekt på de *globale* udledninger end på de *danske* udledninger.

**Lækage skyldes udenrigshandel ...**

Der er flere mekanismer, som kan forårsage lækage. En mekanisme er, at dansk regulering gør det dyrere at producere for de danske virksomheder, der udleder mange drivhusgasser i forbindelse med deres produktion. Det svækker disse virksomheders konkurrenceevne, og gør det sværere for virksomhederne at afsætte deres varer. Danske og udenlandske forbrugere vil som konsekvens flytte en del af deres forbrug fra dansk- til udenlandsk producerede varer. Konsekvensen er, at en del af den CO<sub>2</sub>e-udledende produktion, der i dag finder sted i Danmark, flytter til udlandet. Det kan både dække over skift i markedsandele, outsourcing af dele af produktionen eller udflytning af virksomheder.

**... og priseffekt på fossile brændsler**

En anden mekanisme er, at en strammere dansk klimapolitik vil reducere den danske efterspørgsel efter fossile brændsler. Reduktionen af den danske efterspørgsel vil mindske verdensmarkedsprisen på fossile brændsler en smule. Den lavere pris øger imidlertid forbruget af fossile brændsler i udlandet. Derfor vil faldet i udledningerne af drivhusgasser i Danmark i et vist omfang blive modsvaret af øget forbrug af fossile brændsler i udlandet.

**Lækage fra Danmark påvirkes af klimapolitik i EU ...**

En tredje mekanisme er, at indretningen af politiske institutioner kan øge eller reducere lækagen. I EU er det især kvotesystemet (EU ETS), som giver anledning til lækage. Det skyldes, at en betydelig andel af de kvoter, som ikke bruges i Danmark som følge af en klimapolitisk stramning, ender med at blive brugt i andre EU-lande i stedet. Endvidere er der i EU aftalt, at EU-landene skal reducere

deres udledninger i den såkaldte ikke-kvotesektor. Det kan bidrage til at reducere lækageeffekterne.

**... og i resten af verden**

Lækage kan kun finde sted, hvis andre lande i verden fører en klimapolitik, som tillader, at deres udledninger øges. De lande, som har bindende forpligtelser eller målsætninger, kan ikke lade deres udledninger øges som konsekvens af dansk regulering. De fleste af vores nærmeste samhandelspartnere i EU har også bindende målsætninger for deres udledninger. De fleste af verdens lande har i forbindelse med Parisaftalen afgivet løfter om, hvor mange udledninger de vil tillade i fremtiden. Det kan bidrage til at reducere lækageeffekterne.

**Ingen videnskabelige analyser af dansk lækage**

Der er ikke lavet videnskabelige analyser af lækage som følge af dansk klimapolitik. Den økonomiske litteratur indeholder en række beregninger af lækage, men litteraturen er sparsom, når det kommer til lækagens størrelse i et lille land som Danmark. Hertil kommer, at den eksisterende litteratur typisk ikke tager højde for de restriktioner, som EU pålægger medlemslandenes udledninger. Det gælder konsekvenserne af EU ETS såvel som implikationerne af EU's politik i ikke-kvotesektoren, hvor de enkelte EU-lande har fået tildelt nationale reduktionsforpligtelser frem mod 2030. Det er derfor begrænset, hvor brugbare den eksisterende lækagelitteratur resultater er som grundlag for dansk klimapolitik.

**Formål med kapitel: Beregne lækageeffekter for Danmark**

Formålet med kapitlet er at beregne størrelsesordenen af lækageeffekter for Danmark. I kapitlet beregnes den samlede lækage ved øgede afgifter på udledning af drivhusgasser, der søger at reducere de danske udledninger som helhed. Derudover beregnes såkaldte sektorspecifikke lækagerater, der belyser de lækagemæssige konsekvenser af klimapolitiske stramninger i forskellige dele af dansk økonomi.

**Danmark har nationale udledningsmålsætninger**

Danmarks målsætninger relateret til udledning af drivhusgasser omhandler udelukkende de udledninger, som finder sted på dansk territorium. Danmark har aftalt med EU at reducere udledningerne fra den danske ikke-kvotesektor med 39 pct. frem mod 2030 i forhold til 2005. Herudover deltager Danmark i EU ETS, som regulerer de samlede udledninger fra de kvoteomfattede sektorer i EU. På længere sigt er det målsætningen, at Danmark skal være klimaneutralt senest i 2050, hvilket betyder, at nettoudledningen fra Danmark er nul. De danske målsætninger er således alene knyttet til udledninger fra dansk territorie.

**Billigst opnåelse af nationale målsætninger tager ikke højde for lækage**

Hvis klimapolitikens formål er at opfylde Danmarks målsætninger og internationale forpligtelser billigst muligt, er det ikke nødvendigt at tage højde for lækage fra Danmark til udlandet. Hvordan den billigste reduktion af danske udledninger af drivhusgasser opnås, var udgangspunktet for diskussionen af dansk klimapolitik frem mod 2030 i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

**Der kan også være interesse for at reducere globale udledninger**

Opfyldelsen af de nationale målsætninger om at mindske udledningen af drivhusgasser resulterer i lækage. Det har som konsekvens, at den globale reduktion i udledningen af drivhusgasser er mindre end reduktionen af udledninger på dansk territorium. I debatten bruges lækage ofte som argument for, at man bør have en mindre stram regulering af drivhusgasser i konkurrenceudsatte sektorer, hvor lækageeffekterne formodes at være særligt store.

**Opnåelse af globale reduktioner kræver viden om lækageeffekter**

Hvis det politisk prioriteres at bruge dansk klimapolitik til målrettet at reducere de *globale* udledninger udover de nationale forpligtelser og målsætninger, er det nødvendigt at have viden om størrelsen af lækage i forskellige sektorer. Ud over at beregne lækagerater vises det i kapitlet, hvordan en politik, der omkostningseffektivt når reduktionsmålet for ikke-kvotesektoren i 2030, skal justeres, hvis man politisk ønsker at opnå større globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner. Denne analyse kan dermed ses som et supplement til analyserne i De Økonomiske Råds formandskab (2018), hvor fokus var på billigst muligt at opnå reduktionsmålet uden hensyntagen til de afledte udenlandske udledninger.

**Afgrænsning af analyserne**

Analyserne i kapitlet beregner alene lækage fra regulering af udledninger af drivhusgasser i Danmark. Kapitlets analyser inkluderer således ikke muligheden for at reducere de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger ved eksempelvis at reducere den danske produktion af olie og gas eller ved at reducere dansk forbrug af importerede varer, hvis produktion medfører betydelige CO<sub>2</sub>e-udledninger i udlandet. Kapitlet bidrager således med en vigtig del af det nødvendige grundlag for at kunne fastlægge, hvordan dansk klimapolitik skal justeres, hvis man omkostningseffektivt ønsker at reducere de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger, udover hvad der følger af de nationale klimamålsætninger og forpligtelser. Det kræver dog mere omfattende beregninger, der også tager højde for reguleringsformer som eksempelvis forbrugsafgifter og støtte til vedvarende energi, at bestemme en optimal omkostningseffektiv reduktion af globale udledninger.

**Om de gennemførte analyser**

Beregningerne af lækage er foretaget med udgangspunkt i en global generel ligevægtsmodel, den såkaldte GTAP-E model, jf. Truong m.fl. (2007). Modellen gør det muligt at beregne de afledte konsekvenser af danske klimapolitiske tiltag på andre landes produktion og udled-



ninger af drivhusgasser. Ved hjælp af modellen er der foretaget analyser af lækageeffekterne ved at pålægge en afgift på udledning af drivhusgasser i Danmark.

**Model udvidet for at tage højde for vigtigste faktorer, som påvirker lækage**

For at inddrage de vigtigste mekanismer, som påvirker lækagen i en dansk kontekst, er GTAP-E-modellen til brug for analyserne i dette kapitel udvidet på flere forskellige måder. For det første er der foretaget en udvidelse af, hvilke drivhusgasser, der indgår i modellen. Modellen er udvidet fra kun at medtage CO<sub>2</sub> til at omfatte alle drivhusgasser, herunder udledninger af blandt andet metan og lattergas fra landbruget. For det andet er der foretaget en modellering af dansk klimapolitikens påvirkning af kvotemængden i EU ETS. Modelleringen trækker på den model for EU ETS, som blev brugt i De Økonomiske Råds Formandskab (2018). For det tredje er der foretaget udvidelser af modellen, som muliggør inddragelse af de nationale forpligtelser for ikke-kvotesektoren for EU-medlemslande. Endeligt kan der tages højde for effekterne af en strammere fremtidig klimapolitik i resten af verden i forbindelse med Parisaftalen.

**Indhold i kapitlet**

Afsnit II.2 beskriver lækageeffekterne i flere detaljer og afsnit II.3 giver et overblik over eksisterende estimater af lækageeffekter i litteraturen. Afsnit II.4 beskriver GTAP-E-modellen og den anvendte analysemetode. Afsnit II.5 og II.6 præsenterer beregninger af lækageeffekter ved at pålægge en afgift på udledninger af drivhusgasser på hhv. hele økonomien og enkelte dele af dansk økonomi. Afsnit II.7 præsenterer en beregning af betydningen af forskelle i lækageraterne for opfyldelse af målene for ikke-kvotesektoren i 2030. En sammenfatning følger i afsnit II.8.

## II.2

## LÆKAGE OG KLIMAPOLITIK

**Definition af CO<sub>2</sub>e-lækage**

Begrebet CO<sub>2</sub>e-lækage dækker over flere forskellige fænomener i den økonomiske litteratur, jf. Michalek og Schwarze (2015). Her defineres CO<sub>2</sub>e-lækage som den forøgelse af CO<sub>2</sub>e-udledningen i udlandet, som tiltag i indlandet medfører.

**Beregning af lækagerater**

Ofte måles CO<sub>2</sub>e-lækage ud fra den såkaldte *lækagerate*. Lækageraten udtrykker, hvor stor en andel af den CO<sub>2</sub>e, som udledningerne reduceres med indenlandsk, der erstattes af udenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger. Hvis f.eks. Danmark gennemfører et tiltag, som reducerer de indenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger med 10 ton og øger de udenlandske udledninger med 3 ton, så er lækageraten 30 pct.

### BEREGNING AF LÆKAGERATER

Lækageraten for et indenlandsk klimapolitisk tiltag kan beregnes ved formelen:

$$LR = - \frac{\Delta E_{udl.}}{\Delta E_{indl.}}$$

hvor  $LR$  er lækageraten for et givent indenlandsk tiltag,  $\Delta E_{indl.}$  er ændringen i de indenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger, og  $\Delta E_{udl.}$  er ændringen i den udenlandske CO<sub>2</sub>e-udledning, som følger af ændringen i de indenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger.

Lækageraten kan være både positiv og negativ

Lækageraten kan teoretisk set både være negativ, nul og større end 100 pct. Typisk finder videnskabelige studier, at lækageraten er positiv og mindre end 100 pct. Det vil sige, at indenlandske klimapolitiske tiltag typisk øger de udenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger, men at stigningen i udlandet er mindre end den indenlandske reduktion. Med andre ord falder de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger, men de falder mindre end den indenlandske reduktion.

Lækageraten afhænger af en række faktorer

Hvor stor lækageraten er, afhænger af en række faktorer, f.eks. hvor åben økonomien er, hvilket politiske instrument, man benytter, og hvor ambitiøs den indenlandske klimapolitik er.

### TYPER AF CO<sub>2</sub>e-LÆKAGE

Der findes flere former for CO<sub>2</sub>e-lækage. I denne gennemgang skelnes der imellem fem typer CO<sub>2</sub>e-lækage.

CO<sub>2</sub>e-lækage kan forekomme via udenrigshandlen, ...

Lækage via *udenrigshandlen* sker, når klimapolitiske tiltag forvrider de relative priser i indlandet. Når et land indfører strammere regulering af CO<sub>2</sub>e-udledninger, bliver det relativt dyrere at producere CO<sub>2</sub>e-intensive varer i det land. Det giver isoleret set et incitament til at producere mindre CO<sub>2</sub>e-intensive varer i landet, mens incitamentet til at importere mere CO<sub>2</sub>e-intensive varer fra udlandet stiger. Sidstnævnte øger den udenlandske produktion af CO<sub>2</sub>e-intensive varer og dermed også udlandets udledninger af drivhusgasser.

... det internationale marked for fossile brændsler ...

En mere indirekte form for lækage sker via *det internationale marked for fossile brændsler*. En strammere klimapolitik i indlandet medfører, at det bliver mindre attraktivt for indenlandske producenter at benytte

	<p>fossile brændsler i produktionen, som udleder drivhusgasser. Dermed falder den samlede indenlandske efterspørgsel efter disse brændsler. Den lavere indenlandske efterspørgsel reducerer imidlertid den internationale pris på fossile brændsler, hvilket øger forbruget af disse i udlandet. Den samlede effekt af det reducerede brændselsforbrug i indlandet kan således delvist blive modvirket af et merforbrug i udlandet.</p>
... og via internationalt aftalte reguleringssystemer	<p>Den tredje type CO<sub>2</sub>e-lækage fremkommer igennem EU's kvotesystem (EU ETS) og benævnes her <i>ETS-lækage</i>. I EU ETS var mængden af kvoter tidligere givet på forhånd. Dermed ville en reduktion i den danske kvoteefterspørgsel alene medføre en reduktion i kvoteprisen, mens det langsigtede forbrug af kvoter fortsat ville være givet ved det samlede udbud af kvoter. Et sådant system implicerer derfor en lækagerate på 100 pct. på lang sigt. Dette blev ændret med en reform af EU ETS i starten af 2018, som havde til formål at mindske det såkaldte kvoteoverskud. Efter reformen vil en reduktion af den danske kvoteefterspørgsel i et vist omfang mindske det samlede udbud af kvoter og dermed udledningen af CO<sub>2</sub>e i hele den europæiske kvotesektor. Reduktionen i udledningen af CO<sub>2</sub>e i den samlede europæiske kvotesektor er dog mindre end reduktionen i efterspørgslen efter kvoter i Danmark. Der er derfor fortsat lækage via EU-ETS systemet, jf. boks II.4 i afsnit II.4. Disse effekter er beskrevet i flere detaljer af De Økonomiske Råds formandskab (2018) samt Beck og Kruse-Andersen (2018).</p>
CO <sub>2</sub> e-lækage kan også forekomme via politiske incitament	<p>Det kan ikke udelukkes, at CO<sub>2</sub>e-lækage også kan forekomme via <i>politiske incitament</i>. En strammere klimapolitik i EU, der bidrager til at mindske den globale opvarmning, kan f.eks. reducere incitamentet til at foretage klimapolitiske tiltag andre steder i verden. Omvendt kan man også forestille sig, at sådanne tiltag kan inspirere eller presse andre lande til at gøre det samme.</p>
Teknologiske spillover-effekter kan reducere CO <sub>2</sub> e-lækagen	<p>Den sidste type CO<sub>2</sub>e-lækage virker igennem <i>teknologiske spillover-effekter</i>. Hvis f.eks. klimapolitikken strammes i Europa, øges efterspørgslen efter klimavenlige produktionsteknologier, hvilket giver et større incitament til at udvikle disse teknologier. De klimavenlige teknologier kan imidlertid benyttes overalt i verden. En sidegevinst ved den europæiske politik kan derfor være, at lande udenfor Europa anvender flere klimavenlige produktionsteknologier, hvilket reducerer CO<sub>2</sub>e-lækagen.</p>
Internationale aftaler kan modvirke CO <sub>2</sub> e-lækage	<p>Internationale politiske aftaler kan modvirke CO<sub>2</sub>e-lækage, hvis de overholdes. For eksempel kan Parisaftalen forhindre lande med bindende reduktionsmålsætninger i at øge deres udledninger, som reaktion på danske klimapolitiske tiltag. På samme måde kan EU's krav</p>

om CO<sub>2</sub>e-reduktioner i medlemslandenes ikke-kvotesektorer modvirke lækage. Hvis et medlemsland i forvejen skal reducere sine CO<sub>2</sub>e-udledninger pga. EU's reduktionskrav, kan dette medlemsland ikke øge sine udledninger som reaktion på en strammere dansk politik.

## EN FORPLIGTELSE OG EN SUPPLERENDE MÅLSÆTNING

**Danmarks internationale forpligtelse i ikke-kvotesektoren**

EU har en målsætning om at reducere sine samlede CO<sub>2</sub>e-udledninger i ikke-kvotesektoren med 30 pct. i 2030 i forhold til udledningsniveauet i 2005, jf. EU (2014). For at håndtere denne målsætning har EU pålagt alle medlemslande reduktionsmålsætninger for ikke-kvotesektoren. Danmark er blevet pålagt en reduktion i ikke-kvotesektoren på 39 pct. i forhold til udledningsniveauet i 2005, jf. EU (2018). Herudover har Danmark et mål om at blive klimaneutral senest i 2050.

**Forpligtelse omfatter alene danske udledninger**

Danmarks reduktionsforpligtelse i ikke-kvotesektoren omfatter alene territoriale drivhusgasudledninger. Det er således underordnet i forhold til målopfyldelsen, hvilken effekt danske klimapolitiske tiltag har på de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger. Hvis danske klimapolitiske tiltag giver anledning til CO<sub>2</sub>e-lækage, vil opfyldelsen af EU-forpligtelsen give anledning til en global reduktion, der er mindre end den indenlandske reduktion. Det samme vil være tilfældet i forhold til opnåelse af målet om at blive klimaneutral senest i 2050.

**Det vil medføre en meromkostning at modvirke lækage**

Hvis man ønsker at bidrage til yderligere globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner, end hvad der følger af den pålagte nationale reduktionsforpligtelse og den langsigtede nationale målsætning, kan dette opfattes som en supplerende målsætning i klimapolitikken. En supplerende målsætning vil som udgangspunkt medføre en meromkostning. Dette skyldes, at målsætningen kan medføre en afvigelse fra den politik, som sikrer den laveste omkostning ved at nå den pålagte nationale reduktionsforpligtelse og det langsigtede nationale mål om klimaneutralitet. For at begrænse denne meromkostning er det vigtigt, at klimapolitikken tilrettelægges omkostningseffektivt.

**Klimaindsatsen skal forskydes for at modvirke lækage effektivt**

En effektiv opfyldelse af den supplerende målsætning for globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner kræver, at klimaindsatsen forskydes fra sektorer med store lækageeffekter til sektorer med små lækageeffekter. Dermed modvirkes CO<sub>2</sub>e-lækage, hvilket medfører en større global CO<sub>2</sub>e-reduktion for en given national reduktion.

**Globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner er ikke det samme som et mindre CO<sub>2</sub>e-aftryk**

Et lands påvirkning på de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger kan måles ved det såkaldte CO<sub>2</sub>e-aftryk, der er defineret som CO<sub>2</sub>e-indholdet i det nationale forbrug. Selvom der er betydeligt overlap, er en supplerende målsætning om globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner ikke det samme som en reduktion i det nationale CO<sub>2</sub>e-aftryk. Indenlandske klimatiltag, som mindsker de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger, vil således ikke nødvendigvis mindske det indenlandske CO<sub>2</sub>e-aftryk. Dette uddybes i boks II.1.

## BOKS II.1 CO<sub>2</sub>e-AFTRYK OG GLOBALE DRIVHUSGASUDLEDNINGER

Et lands påvirkning af de globale drivhusgasudledninger kan opgøres på forskellige måder:

- Nationale CO<sub>2</sub>e-udledninger: CO<sub>2</sub>e-udledninger, som finder sted på det nationale territorie.
- Nationalt CO<sub>2</sub>e-aftryk: CO<sub>2</sub>e-udledninger, der forekommer pga. landets forbrug, jf. Aichele og Felbermayr (2012).

Et lands CO<sub>2</sub>e-aftryk er således uafhængigt af hvor den CO<sub>2</sub>e, som forekommer pga. landets forbrug, geografisk udledes. I modsætninger hertil måler de nationale drivhusgasudledninger alene, hvor CO<sub>2</sub>e-udledningerne geografisk finder sted.

I det følgende beskrives det, hvordan nationale klimapolitiske tiltag påvirker det nationale CO<sub>2</sub>e-aftryk, de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger og verdens samlede CO<sub>2</sub>e-aftryk, samt hvilken sammenhæng der er til CO<sub>2</sub>e-lækage. Matematisk kan land  $j$ 's CO<sub>2</sub>e-aftryk,  $A_j$ , beregnes som summen af de nationale CO<sub>2</sub>e-udledninger,  $E_j$ , og netto CO<sub>2</sub>e-indholdet i udenrigshandlen,  $U_j$ :

$$A_j = E_j + U_j.$$

Verden kan opdeles i to regioner: (1) indlandet og (2) udlandet. I dette tilfælde vil netto CO<sub>2</sub>e-indholdet i udenrigshandlen for indlandet være lig netto CO<sub>2</sub>e-indholdet i udenrigshandlen for udlandet med omvendt fortegn:  $U_1 = -U_2$ . Dette skyldes, at netto CO<sub>2</sub>e-indholdet i indlandets eksport er lig netto CO<sub>2</sub>e-indholdet i udlandets import og omvendt. Dermed er verdens samlede CO<sub>2</sub>e-aftryk,  $A = A_1 + A_2$ , lig verdens samlede drivhusgasudledning:  $A = E_1 + E_2$ . Hvis indlandet foretager en reduktion af de nationale udledninger, bliver den samlede effekt på verdens CO<sub>2</sub>e-aftryk svækket af CO<sub>2</sub>e-lækage. Matematisk er ændringen i verdens CO<sub>2</sub>e-aftryk,  $\Delta A$ , givet ved formelen:

$$\Delta A = \Delta E_1 + \Delta E_2 = \Delta E_1(1 - LR),$$

hvor  $\Delta$  angiver absolutte ændringer, og  $LR$  er lækageraten, som er lig:  $-\Delta E_2/\Delta E_1$ .

Hvis lækageraten er under 100 pct., vil indenlandske CO<sub>2</sub>e-reduktioner mindske verdens samlede CO<sub>2</sub>e-aftryk. Dog er reduktionen i verdens CO<sub>2</sub>e-aftryk mindre end reduktionen i de indenlandske udledninger, hvis lækageraten er større end nul.

**BOKS II.1 CO<sub>2</sub>e-AFTRYK OG GLOBALE DRIVHUSGASUDLEDNINGER, FORTSAT**

Et klimapolitisk tiltag i indlandet, som øger udlandets CO<sub>2</sub>e-udledning ( $\Delta E_2$ ), kan både øge og reducere det indenlandske CO<sub>2</sub>e-aftryk ( $\Delta E_1 + \Delta U_1$ ). Det afhænger af effekten på netto CO<sub>2</sub>e-indholdet i udenrigshandlen ( $\Delta U_1$ ). For eksempel kan strammere klimapolitik reducere den indenlandske produktion af CO<sub>2</sub>e-intensive varer og øge importen af disse. Hvis reduktionen i de indenlandske udledninger mere end opvejes af en stigning i netto CO<sub>2</sub>e-indholdet i udenrigshandlen, øges CO<sub>2</sub>e-aftrykket i indlandet. Dette kan også være tilfældet selvom lækagen er under 100 pct.

Antag som eksempel, at der indføres en CO<sub>2</sub>e-regulering af et dansk erhverv, som udelukkende eksporterer sin produktion. Denne regulering antages at mindske erhvervets forbrug af fossile brændsler. Dette vil umiddelbart mindske den globale udledning, men vil ikke umiddelbart ændre CO<sub>2</sub>e-aftrykket af det nationale forbrug. På grund af faldet i forbruget af fossile brændsler i det eksporterende danske erhverv vil der imidlertid være et lille afledt fald i prisen på fossile brændsler. Dette prisfald vil medføre en (lille) forøgelse af brugen af fossile brændsler i den udenlandske produktion. Det kan øge CO<sub>2</sub>e-indholdet i dansk forbrug, som delvist består af importerede produkter. Derved kan det indenlandske CO<sub>2</sub>e-aftryk forøges, selv om reguleringen har reduceret den globale CO<sub>2</sub>e-udledning.

I det mest plausible tilfælde, hvor lækageraten er mellem nul og 100 pct., vil en strammere klimapolitik i indlandet: (1) reducere nationale udledninger for indlandet, (2) reducere verdens samlede CO<sub>2</sub>e-aftryk og (3) enten øge eller reducere det indenlandske CO<sub>2</sub>e-aftryk. Der er derfor ikke en simpel sammenhæng mellem ændringen i den globale udledning og ændringen i det indenlandske CO<sub>2</sub>e-fodafttryk. Indenlandske klimapolitiske tiltag, som reducerer de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger og derved reducerer det globale CO<sub>2</sub>e-aftryk, kan således godt øge det indenlandske CO<sub>2</sub>e-aftryk.

Generelt finder litteraturen, at de nationale CO<sub>2</sub>-udledninger overgår CO<sub>2</sub>-aftrykket i industrialiserede lande, jf. Peters og Hertwich (2008) samt Wiebe og Yamano (2016). I perioden 1990-2007 har industrialiserede lande generelt reduceret deres nationale udledninger, mens deres CO<sub>2</sub>-aftryk er vokset, jf. Peters mfl. (2011). OECD-landenes CO<sub>2</sub>-aftryk toppede i 2007, hvorefter CO<sub>2</sub>-aftrykket har ligget på et lavere niveau. Omvendt er både de nationale udledninger og CO<sub>2</sub>-aftryk steget systematisk uden for OECD siden årtusindskiftet, jf. Wiebe og Yamano (2016).

De nationale CO<sub>2</sub>e-udledninger beregnes primært på baggrund af de input (f.eks. olie og kul), der indgår i nationale aktiviteter. Men opgørelsen kræver også supplerende beregninger af forskellige aktiviteter udledninger bl.a. i landbruget. Sammenlignet med opgørelsen af de nationale CO<sub>2</sub>e-udledninger er opgørelsen af de nationale CO<sub>2</sub>e-aftryk mere komplicerede og usikre. For at opgøre CO<sub>2</sub>e-indholdet i en vare, skal man kende hele den værdikæde, som varen har været igennem, før det endelige forbrug. Det er derfor en stor regnskabsøvelse at beregne nationale CO<sub>2</sub>e-aftryk, som kræver forskellige forsimplede antagelser. Ofte medregner man ikke alle typer drivhusgasudledninger, og de underliggende data er forbundet med betydelig usikkerhed. Opgjorte CO<sub>2</sub>e-aftryk varierer derfor mellem studier, men de overordnede tendenser synes konsistente.

## OMKOSTNINGSEFFEKTIV REGULERING

### Omkostningseffektiv opfyldelse af EU-forpligtelse

Udformningen af klimapolitikken i Danmark afhænger af hvilken målsætning, man ønsker at opfylde. Hvis man alene ønsker at opfylde Danmarks nationale reduktionsforpligtelse, opnås dette mest omkostningseffektivt ved en ensartet CO<sub>2</sub>e-afgift på tværs af de relevante udledningskilder i Danmark, jf. Baumol og Oates (1971). Idet Danmark alene er forpligtiget til at reducere sine udledninger i ikke-kvotesektoren, vil en omkostningseffektiv målopfyldelse alene omfatte en ensartet afgift på tværs af udledningskilder i denne sektor.<sup>1</sup> Et nationalt mål om at reducere alle udledninger i både kvote- og ikke-kvotesektorerne opnås omkostningseffektivt ved en ensartet afgift på alle udledninger.

### Komplekst at reducere globale udledninger effektivt

Hvis der i tillæg hertil er en målsætning om at reducere de globale udledninger udover, hvad der følger af den pålagte nationale reduktionsforpligtelse, bliver den omkostningseffektive klimapolitik mere kompleks, idet der også skal tages hensyn til CO<sub>2</sub>e-lækage. Der kan skelnes mellem to tilfælde. I det første tilfælde er målsætningen for globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner tilstrækkelig ambitiøs til, at en omkostningseffektiv opfyldelse af denne automatisk sikrer den pålagte nationale reduktionsforpligtelse. I dette tilfælde skal klimapolitikken alene tilrettelægges under hensyn til at reducere de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger. Det er denne situation, som litteraturen har undersøgt, og som diskuteres først herunder. I det andet tilfælde er den supplerende målsætning for globale reduktioner mindre ambitiøs, og en omkostningseffektiv klimapolitik er nødt til at tage hensyn til begge mål. Dette tilfælde diskuteres sidst i afsnittet.

### Effektiv regulering ved målsætning om globale reduktioner

Hoel (1996) undersøger, hvordan afgiftssystemet kan indrettes optimalt, hvis et land alene har en målsætning om at reducere de globale udledninger af drivhusgasser. Hoel finder, at det optimale afgiftssystem i så fald indebærer en ensartet indenlandsk CO<sub>2</sub>e-afgift samt importafgifter og eksportsubsidier, som afspejler CO<sub>2</sub>e-indholdet i de im- og eksporterede varer. Den ensartede afgift i indlandet sikrer omkostningseffektive CO<sub>2</sub>e-reduktioner for den indenlandsk produktion. Importafgifterne sikrer, at de indenlandske priser på importerede varer afspejler den CO<sub>2</sub>e-udledning, der er forbundet med at producere varerne i udlandet.<sup>2</sup> Endelig sikrer eksportsubsidierne, at der

---

1) At den ensartede CO<sub>2</sub>e-afgift sikrer en omkostningseffektiv regulering forudsætter dog, at alle øvrige sideeffekter (f.eks. lokal luftforurening) er reguleret optimalt, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018). Hvis dette ikke er tilfældet, skal CO<sub>2</sub>e-afgiften for visse aktiviteter justeres derefter.

2) Samtidig vil importafgiften øge incitamentet til at producere mere klimavenligt i udlandet, hvormed lækageeffekterne dæmpes. Effekten vil sandsynligvis være lille, hvis

tages højde for, at eksporten fortrænger udenlandsk produktion og derved CO<sub>2</sub>e-udledning.<sup>3</sup>

**Vanskeligt at benytte importafgifter og eksportsubsidier**

Det er imidlertid vanskeligt at indføre denne type importafgifter og eksportsubsidier i Danmark på grund af lovgivningen for EU's indre marked og de generelle WTO-regler. Derudover kan det være administrativt svært at pålægge en importafgift, som svarer til varenes CO<sub>2</sub>e-indhold, da det kræver detaljeret viden om, hvordan varerne fremstilles i udlandet. Endelig kan indførelsen af importafgifter og eksportsubsidier medføre gengældelse fra handelspartnere i form af forhøjede toldsatser, hvilket reducerer politikens omkostningseffektivitet.

**Sektorspecifikke afgifter kan sikre lækagekorrektur**

Hvis man ikke kan benytte importafgifter og eksportsubsidier, skal den indenlandske regulering afvige fra princippet om ensartede CO<sub>2</sub>e-afgifter. I det optimale lækagekorrigerede afgiftssystem sikrer importafgifter og eksportsubsidier, at der omkostningseffektivt korrigeres for lækage. Når disse instrumenter ikke kan benyttes, skal der korrigeres for lækage gennem andre instrumenter, som er mulige at gennemføre i praksis. Én mulighed er, at indføre differentierede CO<sub>2</sub>e-afgifter, som afhænger af lækagen fra forskellige sektorer. Mere præcist skal der pålægges sektorspecifikke CO<sub>2</sub>e-afgifter, hvor mere lækageudsatte sektorer betaler lavere afgifter, jf. Hoel (1996).

**Forbrugsafgifter og subsidier til produktion kan virke som importafgift**

En anden mulighed er at indføre en kombination af forbrugsafgifter og produktionssubsidier, jf. Böhringer mfl. (2017). Under visse forudsætninger vil en kombination af forbrugsafgifter og produktionssubsidier opnå samme effekt som kombinationen af CO<sub>2</sub>e-korrigerede eksportsubsidier og importafgifter.

**Lækagekorrigerede CO<sub>2</sub>e-afgifter kan kombineres med forbrugsafgifter**

Sørensen (2018) finder i lighed med Hoel (1996), at man bør bruge lækagekorrigerede sektorspecifikke afgifter, hvis målet med reguleringen er at opnå globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner i stedet for rent nationale (territoriale) reduktioner. De lækagekorrigerede afgifter skal sikre en ensartet afgift på globale udledninger. Udover lækagekorrigerede CO<sub>2</sub>e-afgifter foreslår Sørensen (2018) også yderligere instrumenter for at øge effekten på de globale udledninger. Disse instrumenter består af CO<sub>2</sub>e-differentierede forbrugsafgifter og subsidier til vedvarende energi. Forbrugsafgifterne vil sammen med de nedsatte (lækagekorrigerede) CO<sub>2</sub>e-afgifter for konkurrenceudsatte sektorer fungere som en indirekte importafgift: både indenlandske og udenlandske

man betragter en lille økonomi som Danmark. Det bemærkes, at Hoel (1996) ikke har medtaget denne effekt i sin model.

3) I Hoels model tager beskattningen også højde for effekter på bytteforholdet imellem ind- og udlandet. Denne effekt ignoreres i det følgende.



varer rammes af forbrugsafgiften, men omkostningen modvirkes for de indenlandske producenter via den nedsatte CO<sub>2</sub>e-afgift.<sup>4</sup> Subsidiet til vedvarende energi skal afspejle, hvor meget den vedvarende energi fortrænger fossilbaseret udenlandsk elproduktion.

**Flere instrumenter kan øge effektivitet**

Grundlæggende vil brugen af flere instrumenter kunne give en mere omkostningseffektiv regulering. Men dette skal afvejes mod den forøgede kompleksitet, som flere instrumenter medfører. Hertil kommer en afvejning af, hvorvidt man har den fornødne information til at benytte forskellige instrumenter effektivt. Det er for eksempel vanskeligt at beregne CO<sub>2</sub>e-indholdet i forbrugsvarer, og beregnede lækagerater er forbundet med usikkerhed.

**Når forpligtigelsen og målsætningen ikke nødvendigvis er opfyldt samtidigt**

Endelig kan man være i en situation, hvor den omkostningseffektive opfyldelse af den supplerende målsætning for globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner ikke sikrer den internationale reduktionsforpligtigelse for nationale udledninger. Dermed bliver både den internationale reduktionsforpligtigelse og den supplerende målsætning styrende for klimapolitikken. I dette tilfælde vil den optimale regulering formentlig ligge et sted imellem en ensartet CO<sub>2</sub>e-afgift på tværs af udledningskilder og et fuldt lækagekorrigeret afgiftssystem.

## **SAMMENFATNING**

**Definition på CO<sub>2</sub>e-lækage**

CO<sub>2</sub>e-lækage er den merudledning, som finder sted i udlandet, når et klimapolitisk tiltag gennemføres i indlandet. Der skal være en kausal sammenhæng imellem det klimapolitiske tiltag i indlandet og merudledningen i udlandet, før man kan tale om CO<sub>2</sub>e-lækage.

**Der findes flere typer CO<sub>2</sub>e-lækage**

Der kan skelnes mellem fem mekanismer til CO<sub>2</sub>e-lækage: (1) lækage via udenrigshandlen, (2) lækage via det internationale marked for fossile brændsler, (3) lækage via EU ETS, (4) lækage via politiske incitamenter, og (5) lækage via teknologiske spillover-effekter. Endeligt kan internationale, politiske aftaler som eksempelvis Parisaftalen bidrage til at modvirke lækage. Alle typer af lækage og begrænsninger kan være vigtige for en lille, åben økonomi som Danmark.

---

4) Samme tankegang benyttes i Sekretariatet for afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet (2018). Her beregnes den samfundsøkonomiske gevinst ved en afgiftsomlægning på energiområdet ved uændret dansk forbrug af fossile brændsler samt meromkostningen ved også at sikre en uændret CO<sub>2</sub>-udledning ved dansk elforbrug via en elafgift og et tilskud til dansk elproduktion.

#### En bunden opgave og en supplerende målsætning

Danmark er af EU forpligtiget til at reducere sine drivhusgasudledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030. Denne bundne opgave og den nationale målsætning om drivhusgasneutralitet senest i 2050 omhandler alene nationale udledninger af drivhusgasser. Hvis man ønsker, at Danmark skal bidrage til globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner ud over, hvad der følger af at opfylde EU-forpligtigelsen og neutralitetsmålsætningen, kan dette opfattes som en supplerende målsætning i klimapolitikken. Den supplerende målsætning har en omkostning, hvis den medfører en afvigelse fra den omkostningseffektive politik, der alene sikrer en opfyldelse af EU-forpligtelsen.

#### Supplerende målsætning kan motivere sektor-specifikke CO<sub>2</sub>e-afgifter

Danmark kan opnå sin EU-forpligtelse mest omkostningseffektivt ved at lægge en ensartet afgift på alle CO<sub>2</sub>e-udledninger i ikke-kvotesektoren. På samme måde kan det nationale reduktionsmål for 2050 opnås billigst muligt ved at lægge en ensartet afgift på alle CO<sub>2</sub>e-udledninger. Hvis det politisk ønskes at reducere de globale udledninger, udover hvad der følger af disse målsætninger, skal klimapolitikken også tage hensyn til CO<sub>2</sub>e-lækage. Indretningen af et omkostningseffektivt reguleringssystem, der reducerer de globale udledninger, vil afhænge af, hvilke reguleringsinstrumenter der er til rådighed. Et sådan system vil formodentligt betyde, at der skal anvendes lækagekorrigerede CO<sub>2</sub>e-afgifter. Disse CO<sub>2</sub>e-afgifter skal være lavere for sektorer, hvor lækageeffekterne er store.

## II.3

## TIDLIGERE ANALYSER AF LÆKAGERATER

#### Vanskeligt at opgøre lækagerater rent empirisk

Det er vanskeligt rent empirisk at estimere lækagerater. Dette skyldes, at man skal fastlægge et givent indenlandsk tiltags kausal effekt på både de indenlandske og udenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger. Derfor er de fleste lækagerater fra litteraturen beregnet via CGE-modeller, dvs. store makroøkonomiske modeller, som er kalibreret ud fra bl.a. nationalregnskabstal. Dog understøttes de lækageeffekter, der forekommer via udenrigshandlen i disse modeller, af en række empiriske studier, jf. boks II.12.

#### Lækagerater beregnes typisk i modeller med flere lande

CGE-modellerne inkluderer typisk hele eller store dele af verden. Fordelen ved CGE-modeller er, at de tager højde for samspillet mellem de klimapolitiske effekter på tværs af forskellige lande og sektorer. Dette afsnit starter derfor med en diskussion af hvilke effekter, der kan have betydning for de beregnede lækagerater. Herefter præsenteres beregnede lækagerater fra litteraturen. Til sidst i afsnittet beskrives analyser af effekten af tiltag til at begrænse lækageraten.

## BOKS II.2 EMPIRISKE STUDIER OM MILJØPOLITIK OG KONKURRENCEEVNE

Generelt bekræfter den empiriske faglitteratur, at en strammere miljøpolitik har en negativ effekt på de regulerede virksomheders konkurrenceevne (målt på bl.a. handel, beskæftigelse og produktivitet) på kort sigt. Den negative effekt er imidlertid typisk lille sammenlignet med andre faktorer, der påvirker handel og investeringer, som f.eks. transportomkostninger og adgang til kvalificeret arbejdskraft. Desuden er effekten typisk drevet af nogle få sektorer, hvor omkostningerne forbundet med miljøreguleringen er særligt høje, jf. Dechezleprêtre og Sato (2017).

Derudover bekræfter flere studier, at de forurenede aktiviteter rent faktisk flytter til udlandet. For eksempel viser Ben-David mfl. (2018), at multinationale virksomheder generelt reducerer deres CO<sub>2</sub>-udledninger i indlandet, når miljøpolitikken strammes, mens de øger deres CO<sub>2</sub>-udledninger i udlandet. Endvidere finder studiet, at virksomhederne samlet set reducerer deres globale CO<sub>2</sub>-udledninger, når miljøpolitikken strammes i indlandet. Dermed er lækageraten indenfor de undersøgte virksomheder mindre end 100 pct.

Samlet set bekræfter den empiriske litteratur, at en strammere miljøpolitik svækker konkurrenceevnen for især forureningsintensive virksomheder, og at denne svækkelse medfører forureningslækage. Der er evidens for mekanismen bag CO<sub>2</sub>e-lækage via udenrigshandlen, men det er ikke muligt at opgøre makroøkonomiske lækagerater for lande ud fra sådanne empiriske undersøgelser.

## FAKTORER SOM PÅVIRKER CO<sub>2</sub>e-LÆKAGE

### Prisfølsomheden på kulmarkedet er afgørende

Burniaux og Martins (2012) undersøger, hvilke faktorer der er afgørende for beregnede lækagerater på makroplan i CGE-modeller. Studiet er baseret på en relativt simpel CGE-model med to regioner: en stor koalition af industrialiserede lande med en fælles klimapolitik og en region bestående af lande uden klimapolitik. De finder, at resultaterne er sensitive overfor prisfølsomheden for kul. Des mere prisen på kul reagerer på en reduktion i kulefterspørgslen fra f.eks. Europa, des mere stiger kulforbruget i den øvrige del af verden. Prisfølsomheden på olie er mindre afgørende, hvilket bl.a. skyldes, at substitution fra kul til olie i sig selv medfører en reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen.

### Muligheden for at udskifte kul med olie er også afgørende

Derudover finder Burniaux og Martins (2012), at de beregnede lækagerater afhænger af, hvor svært det er at benytte olie i stedet for kul. Hvis CO<sub>2</sub>e-udledningen beskattes hårdere i f.eks. Europa, vil dette primært medføre et fald i disse landes efterspørgsel efter kul, idet kul er det mindst energieffektive fossile brændstof pr. CO<sub>2</sub>-enhed. Dermed falder verdensmarkedsprisen på kul relativt til olie. Des lettere det er at substituere fra olie over til kul, des mere vil kulforbruget stige i den ikke-regulerede del af verden, og des større bliver lækageraten.

Hvis den regulerede region derimod reducerer forbruget af både olie og kul, og olieprisen falder mere end kulprisen, kan dette reducere kulforbruget og øge olieforbruget i den uregulerede region, hvilket kan gavne klimaet. En større prisfølsomhed for olie kan derfor reducere lækagen, mens det omvendte er gældende for kul.

**Lækage via markedet for fossile brændsler kan være betydelig**

Typisk finder studier baseret på CGE-modeller, at lækage via markedet for fossile brændsler står for en stor del af den samlede lækageeffekt, jf. Kuik og Hofkes (2010). Resultaterne fra Burniaux og Martins (2012) bekræfter, at antagelser om markederne for kul og olie er afgørende for de beregnede lækagerater.<sup>5</sup> Burniaux og Martins (2012) finder også, at de beregnede lækagerater ikke er særligt sensitive overfor antagelser om, hvor let det er at substituere imellem indenlandske og udenlandske varer (Armington elasticiteter).

**Teknologiske spillover-effekter kan reducere lækage**

Teknologisk udvikling kan bidrage til at reducere lækageeffekterne. Hvis man f.eks. strammer klimapolitikken i EU, kan dette medføre en øget teknologisk udvikling indenfor CO<sub>2</sub>e-besparende teknologi. Denne udvikling kan have positive spillover-effekter til resten af verden, som derfor også gøres mere CO<sub>2</sub>e-effektiv. Teknologiske spillover-effekter medfører ifølge Gerlagh og Kuik (2014) en reduceret eller endda negativ lækagerate. Dog må det forventes, at sådanne spillover-effekter er beskedne, når man betragter klimapolitiske tiltag i en lille økonomi som Danmark, fordi effekten på den teknologiske udvikling afhænger af hvor stor en del af det samlede verdensmarked, der pålægges regulering.

**Kapitalmobilitet og lækageeffekter**

En anden mekanisme virker gennem international kapitalmobilitet. Typisk argumenteres der for, at kapitalmobilitet forstærker lækageeffekter, idet en højere grad af international kapitalmobilitet gør det lettere at flytte den regulerede produktion. Der er imidlertid også en modsatrettet effekt. Hvis prisen på fossile brændsler øges i indlandet, substituerer virksomhederne væk fra fossile brændsler og over i andre produktionsfaktorer som f.eks. kapital. Dette modvirker lækageeffekten, idet substitutionen isoleret set trækker ressourcer som f.eks. kapital væk fra de udenlandske industrier, hvis produktion og derved CO<sub>2</sub>e-udledning reduceres, jf. Baylis mfl. (2014). Burniaux og Martins (2012) finder, at antagelser om kapitalmobilitet imellem lande ikke påvirker beregnede lækagerater betydeligt i CGE-modeller.

5) Statistiske CGE-modeller medtager ikke mekanismerne bag det såkaldte grønne paradoks beskrevet af Sinn (2008). Hvorvidt dette under- eller overvurderer lækage via markedet for fossile brændsler afhænger af, hvordan klimapolitiske tiltag udvikler sig over tid. Generelt kræver mekanismen bag det grønne paradoks, at klimapolitikken strammes relativt meget over tid, jf. Jensen mfl. (2015). En forholdsvis langsom opstramning kan derimod svække denne mekanisme.

**Lækageraten  
afhænger af, hvor  
stram politikken er**

Typisk finder man, at beregnede lækagerater er højere, des strengere den betragtede klimapolitik er. For eksempel beregner Elliott mfl. (2010) lækageraten for en større coalition af industrialiserede lande, som indfører en fælles CO<sub>2</sub>e-afgift. De finder en lækagerate på 15 pct. ved lave afgiftssatser og en lækagerate på 25 pct. ved høje afgiftssatser. Et oversigtsstudie af Carbone og Rivers (2017) indikerer desuden, at lækageraten generelt stiger med det politiske ambitionsniveau på tværs af studier.

**Mere CO<sub>2</sub>e-lækage  
fra handelsudsatte  
og energiintensive  
sektorer**

Der kan være betydelig forskel på, hvor lækagefølsomme økonomiens sektorer er. Her kan en række faktorer være afgørende. For det første må det forventes, at en sektor er relativt mere lækageudsat via udenrigshandlen, hvis den er CO<sub>2</sub>e-intensiv og konkurrenceudsat.<sup>6</sup> Des mere CO<sub>2</sub>e-intensiv en sektor er, des større bliver omkostningerne for sektoren for en given stramning af klimapolitikken. Dermed reduceres konkurrenceevnen relativt mere for CO<sub>2</sub>e-intensive virksomheder, når klimapolitikken strammes. En sektor er konkurrenceudsat, hvis det er relativt let for forbrugerne at substituere imellem indenlandske og udenlandske varer produceret i sektoren. Dermed er forbruget mere prisfølsomt for disse sektorer, og konkurrenceevnen svækkes derfor relativt mere, når rammevilkårene forringes. Dette er typisk tilfældet for sektorer, som producerer forholdsvis homogene varer, og for hvilke transportomkostningerne er lave.

**Sektorernes  
teknologiske  
muligheder er  
afgørende**

Derudover kan det være afgørende i hvor høj grad, det teknisk er muligt for de enkelte sektorer at substituere fra fossile brændsler til andre produktionsfaktorer. Sektorer, som relativt let kan substituere fra fossilbaseret energi til kapital (f.eks. i form af vedvarende energi eller mere energieffektive maskiner), vil have lavere omkostninger forbundet med klimapolitiske stramninger. Dermed vil lækageeffekten via udenrigshandlen alt andet lige være svagere i disse sektorer. På samme måde er det afgørende, hvor omkostningstungt det er at nedbringe udledningerne ved brug af teknologiske virkemidler for sektorer med store ikke-energi-relaterede CO<sub>2</sub>e-udledninger (f.eks. landbruget).

**Landbruget har  
mindre lækage via  
markedet for fossile  
brændsler**

Man må desuden forvente, at lækageeffekten via det internationale marked for fossile brændsler er relativt lille for sektorer, hvor hovedparten af den samlede udledning af drivhusgasser ikke opstår i forbindelse med brugen af fossile brændsler. Isoleret set vil dette reducere lækageraten. Det danske landbrug er et eksempel på en sektor, hvor en stor andel af CO<sub>2</sub>e-udledningerne kommer fra andre aktiviteter, jf. Klimarådet (2016).

6) Denne intuition bakkes op af resultaterne fra empiriske studier, jf. f.eks. Fowlie mfl. (2016).

**CO<sub>2</sub>e-intensiteten hos konkurrenter spiller også ind**

Lækageeffekterne vil også afhænge af CO<sub>2</sub>e-intensiteten for konkurrerende udenlandske sektorer. En strammere klimapolitik i indlandet vil medføre, at en del af den indenlandske produktion af CO<sub>2</sub>e-intensive varer erstattes af udenlandsk produktion. Des mere CO<sub>2</sub>e-intensive de udenlandske virksomheder er i forhold til de indenlandske, des stærkere er lækageeffekten.

## LÆKAGERATER PÅ MAKRONIVEAU

**Litteraturen fokuserer på store koalitioner af lande**

Litteraturen består primært af beregnede lækagerater fra CGE-modeller, og disse beregninger er typisk foretaget på store koalitioner af industrialiserede lande med en fælles klimapolitik.

**Makroøkonomiske lækagerater på 10 til 30 pct.**

I et oversigtsstudie af Carbone og Rivers (2017) vises det, at studier baseret på CGE-modeller typisk finder lækagerater på imellem 10 og 30 pct. Et andet oversigtsstudie af Branger og Quirion (2014) viser, at CGE-modeller typisk finder lækagerater på imellem 5 og 25 pct. Enkelte studier finder lækagerater, som afviger meget fra disse spænd. Babiker (2005) finder f.eks. lækagerater på over 100 pct., når han afviger fra typiske antagelser for skalaafkast og markedsstruktur.<sup>7</sup> Derimod finder Gerlagh og Kuik (2014), at lækageraten kan blive negativ, når man medtager teknologiske spillover-effekter.<sup>8</sup> Tabel II.1 giver et overblik over beregnede lækagerater fra udvalgte studier, der er publiceret i internationale, fagøkonomiske tidsskrifter siden 2010.

**Litteraturen har ikke et godt bud på lækagerater for en lille, åben økonomi**

Den videnskabelige litteratur giver på nuværende tidspunkt ikke noget godt bud på lækageraterne for en lille, åben økonomi som Danmark via modeller med velmodellerede handelsmønstre. Bohlin (2010) finder via en CGE-model for Sverige lækagerater på imellem 35 og 100 pct. Beregningerne bygger imidlertid på den forsimplede antagelse, at varer produceres med samme CO<sub>2</sub>-intensitet i Sverige og i udlandet. Derudover medtages lækage via markedet for fossile brændsler ikke. Copenhagen Economics (2011) finder en lækagerate for Danmark på 88 pct. for energiintensive industrier. Dette studie foretager også en relativt simpel beregning af effekten på udenlandske udledninger, og derudover medtager studiet ikke lækage via markedet for fossile brændsler.

7) Babiker (2005) finder meget høje lækagerater, når han antager stigende skalaafkast. Dette kan skyldes, at en nedskalering af produktioner i den regulerede region øger CO<sub>2</sub>e-udledningen pr. output enhed pga. det stigende skalaafkast. Denne effekt vil være fraværende under standardantagelsen om konstant skalaafkast.

8) En negativ lækagerate implicerer, at der kommer et fald i de udenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger, når den indenlandske klimapolitik strammes.

**TABEL II.1 UDVALGTE LÆKAGERATER FRA LITTERATUREN**

Tabellen viser udvalgte beregnede lækagerater fra studier, der er publiceret i internationale tidskrifter siden 2010. Udgangspunktet er, at en koalition af lande indfører en fælles klimapolitik, mens den resterende del af verden ikke fører nogen klimapolitik.

Studie	Lækagerate	CO <sub>2</sub> -reduktion <sup>h)</sup>	Koalition
Antimiani mfl. (2013)	12-13 pct.	14 pct.	Anneks I (Kyoto-aftalen)
Böhringer mfl. (2018)	14 pct.	20 pct.	OECD
Böhringer mfl. (2012) <sup>a)</sup>	15-21 pct.	10-30 pct.	EU og EFTA-landene
Böhringer mfl. (2010) <sup>b)</sup>	10-28 pct.	20 pct.	USA og/eller EU
Elliott mfl. (2010) <sup>c)</sup>	15-25 pct.	3-15 pct.	Anneks B (Kyoto-aftalen)
Fischer og Fox (2012) <sup>d)</sup>	7 pct.	-	USA (udvalgte sektorer)
Gerlagh og Kuik (2014) <sup>e)f)</sup>	3-10 pct.	11 pct.	EU
Kuik og Hofkes (2010) <sup>g)</sup>	11 pct.	-	EU (kun kvotesektoren)

a) En reduktion på 10 (30) pct. giver en lækagerate på 15 (21) pct.

b) Lækageraten på 10 pct. er for USA, mens lækageraten på 28 pct. er for EU. For en koalition bestående af USA og EU er lækageraten på 15 pct.

c) Tallene for reduktionerne er skønnet ud fra figur 1 i Elliott mfl. (2010), hvor reduktionen på 3 (15) pct. svarer til den laveste (højeste) afgiftssats og den laveste (højeste) lækagerate.

d) Scenariet involverer en CO<sub>2</sub>-afgift på 14 US-dollar pr. ton for energiintensive og handelsudsatte industrier. Det er ikke opgivet, hvor meget denne afgift reducerer den samlede drivhusgasudledning.

e) Lækageraterne er taget fra tabel 3 i Gerlagh og Kuik (2014), hvor lækageraterne på hhv. 3 og 10 pct. er med og uden teknologiske spillover-effekter. Forfatterne viser imidlertid, at lækageraten også kan blive negativ, hvis spillover-effekterne er stærkere.

f) Det er ikke præcist specificeret, hvordan reduktionen opnås, blot at den marginale reduktionsomkostning er den samme for kvote- og ikke-kvotesektoren.

g) Scenariet involverer en fast kvotepris således, at prisen på at udlede CO<sub>2</sub> bliver 20 euro pr. ton. Det er ikke opgivet, hvor meget denne kvotepris reducerer den samlede drivhusgasudledning.

h) De angivne CO<sub>2</sub>-reduktioner er for koalitionen.

Anm.: Som udgangspunkt benyttes beregnede tal fra basisscenarierne, hvor reguleringen typisk foretages via en ensartet CO<sub>2</sub>-afgift eller et kvotesystem. Studierne indeholder også beregnede lækagerater, hvor klimapolitikken indeholder lækagereducerende tiltag som f.eks. CO<sub>2</sub>-korrigerede importafgifter.

Kilde: Antimiani mfl. (2013), Böhringer mfl. (2018), Böhringer mfl. (2012), Böhringer mfl. (2010), Elliott mfl. (2010), Fischer og Fox (2012), Gerlagh og Kuik (2014) samt Kuik og Hofkes (2010).

#### Formentlig større lækagerate for en lille økonomi

Generelt er der en tendens til, at lækageraten bliver mindre, des større den regulerede region er, jf. Burniaux og Martins (2012). OECD (2009) finder f.eks., at lækageraten er på ca. 12 pct., hvis EU reducerer sit udslip med 50 pct. i 2050 ift. 2005, hvorimod lækageraten reduceres til under 2 pct., hvis den samme absolutte reduktion finder sted for Anneks I-landene fra Kyoto-aftalen.<sup>9</sup> Intuitivt reduceres

9) Anneks I-landene fra Kyoto-aftalen består af Australien, Østrig, Hviderusland, Belgien, Bulgarien, Canada, Kroatien, Cypern, Tjekkiet, Danmark, Estland, EU, Finland,



CO<sub>2</sub>e-lækagen, når koalitionen størrelse forøges, idet produktionen får færre steder at rykke hen, når klimapolitikken strammes. Man må derfor forvente højere lækagerater for en lille økonomi som Danmark sammenlignet med lækagerater for store koalitioner af lande.

**Mere åbne  
økonomier har  
højere lækagerater**

Derudover må det forventes, at lækageraten er større, des mere åben den betragtede økonomi er. CO<sub>2</sub>e-lækage er grundlæggende et resultat af samhandel enten via forbrugsgoder, produktionsinput eller i nogle tilfælde CO<sub>2</sub>-kvoter. Hvis en økonomi er relativt mere åben, må det forventes, at samhandlen påvirkes relativt mere af indenlandsk klimapolitiske tiltag, hvilket øger potentialet for CO<sub>2</sub>e-lækage.

**Velintegrerede  
elmarkeder øger  
lækageraten**

Endvidere må det forventes, at det velintegrerede elmarked i Nord-europa øger lækageeffekterne for Danmark, da elproduktionen nemt kan flyttes til lande med lempeligere klimaregulering. Dette understøttes af et empirisk studie af Fell og Maniloff (2018), som finder store lækageeffekter for et velintegreret elmarked i det nordøstlige USA.

**EU ETS øger  
lækageraten**

Desuden vil aftalen omkring EU ETS medføre CO<sub>2</sub>e-lækage for den danske kvotesektor. CO<sub>2</sub>e-reduktioner i den danske kvotesektor reducerer den samlede efterspørgsel efter kvoter på EU-plan, hvilket reducerer kvoteprisen. Dermed reduceres omkostningerne ved at udlede CO<sub>2</sub>e i EU's kvotesektor, hvilket isoleret set øger CO<sub>2</sub>e-udledningerne på EU-plan. EU ETS vil imidlertid ikke resultere i en lækagerate på 100 pct. efter den seneste reform af systemet, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018) samt Beck og Kruse-Andersen (2018).

**EU's reduktionskrav  
reducerer  
lækageraten**

Omvendt vil EU's reduktionskrav for medlemslandenes ikke-kvotesektorer modvirke lækage. De EU-lande, som er blevet pålagt bindende reduktionskrav, kan ikke øge deres udledninger i ikke-kvotesektoren som reaktion på danske tiltag. Dog forhindrer reduktionskravene ikke, at danske tiltag påvirker sektorsammensætningen i udlandet. Hvis den danske klimapolitik f.eks. medfører en stigning i produktionen og derved CO<sub>2</sub>e-udledningen fra det tyske landbrug, vil Tyskland være nødt til at reducere sine udledninger i andre dele af den tyske ikke-kvotesektor for at opfylde EU's reduktionskrav. Dermed forskydes den tyske produktion i ikke-kvotesektoren over imod landbruget på bekostning af andre industrier i ikke-kvotesektoren.

Frankrig, Tyskland, Grækenland, Ungarn, Island, Irland, Italien, Japan, Letland, Liechtenstein, Litauen, Luxembourg, Malta, Monaco, Nederlandene, New Zealand, Norge, Polen, Portugal, Rumænien, Rusland, Slovakiet, Slovenien, Spanien, Sverige, Schweiz, Tyrkiet, Ukraine, Storbritannien samt USA.



**Parisaftalen  
reducerer også  
lækageraten**

På samme måde vil internationale aftaler reducere lækageeffekterne for Danmark. Hvis Parisaftalen overholdes, sikrer aftalen, at lande med bindende klimamål ikke kan øge deres udledninger som reaktion på danske tiltag. Dermed reducerer aftalen potentialet for CO<sub>2</sub>e-lækage. Des flere lande, som har bindende klimamål, des mere reduceres lækageeffekterne. Hvis alle lande i verden havde bindende klimamål, ville lækageraten være nul.

### LÆKAGERATER FOR FORSKELLIGE SEKTORER

**Få studier med  
fokus på forskelle  
mellem sektorer**

De fleste studier, som relaterer sig til CO<sub>2</sub>e-lækage, fokuserer på lækage fra store politiske tiltag, som f.eks. en CO<sub>2</sub>e-afgift eller et kvotesystem for drivhusgasser, der dækker hele økonomien eller alle energiintensive industrier. I sådanne undersøgelser er det vanskeligt at afgøre, hvor stort bidraget fra forskellige sektorer er, samt hvor lækagefølsomme de enkelte sektorer er.

**Få industrier kan stå  
for en betydelig del  
af CO<sub>2</sub>e-lækagen**

En undtagelse er et studie af Paltsev (2001), hvor CO<sub>2</sub>e-lækagen dekomponeres i regioner og sektorer i en CGE-model. Udgangspunktet er, at en større koalition af industrialiserede lande indfører nationale kvotesystemer for at opfylde deres reduktionsforpligtelser. Studiet finder en overordnet lækagerate på 10 pct. for koalitionen som helhed. Dekomponeringen viser endvidere, at de to energiintensive industrier, kemikalieindustrien samt jern- og stålindustrien bidrager relativt meget til CO<sub>2</sub>e-lækagen. De to industrier står for ca. 17 pct. af de samlede CO<sub>2</sub>-udledninger men over 36 pct. af lækagen. Den samlede lækage kan derfor være drevet af få industrier.

**Stor variation i  
beregnet lækage for  
enkelte industrier**

Andre studier forsøger at estimere lækageeffekter for enkelte industrier. Her varierer både de anvendte metoder og de beregnede lækagerater mere henover studierne sammenlignet med den tilsvarende litteratur for CO<sub>2</sub>e-lækage på makroplan. Typisk er industrispecifikke studier baseret på mikroøkonomiske data og økonometriske metoder, eller også benytter de simple, partielle ligevægtsmodeller. De beregnede lækagerater spænder imellem tæt på nul til omkring 75 pct. For eksempel undersøger Demailly og Quirion (2008) via en partiel ligevægtsmodel, hvordan EU ETS har påvirket den europæiske jern- og stålindustri. De finder, at EU ETS har haft en meget lille negativ effekt på konkurrenceevnen for denne sektor, og de beregner lækageraten til 5 pct. Derudover peger deres sensitivitetsanalyse på, at lækageraten højst sandsynligt ikke overstiger 15 pct. Gielen og Moriguchi (2002) finder derimod langt højere lækagerater (imellem 35 og 70 pct.) for den samlede japanske og europæiske jern- og stålindustri, hvis der introduceres en fælles CO<sub>2</sub>-afgift for industrien i de to regio-

ner. Ponssard og Walker (2008) undersøger effekten af EU ETS for den europæiske cementindustri og finder lækagerater på ca. 70 pct.<sup>10</sup>

**De fleste industrier har lækagerater på under 20 pct.**

Fowle mfl. (2016) undersøger i et empirisk studie, hvor lækageudsatte forskellige industrier i Californien er. Studiet indikerer, at de sektor-specifikke lækagerater typisk er under 20 pct. Forfatterne bemærker, at lækageraterne formentlig er overvurderede pga. den empiriske metode. Omvendt medtager studiet ikke lækage via markedet for fossile brændsler, hvilket trækker i den modsatte retning.

**Høje lækagerater indenfor elsektoren på kort sigt**

I et empirisk studie undersøger Fell og Maniloff (2018) lækageeffekten af et CO<sub>2</sub>-kvotesystem, som dækker elproducenter i dele af det nordøstlige USA. De finder en lækagerate på ca. 50 pct., men lækageraten er formentlig større, end den ville være i en international sammenhæng pga. relativt små handelsbarrierer i den betragtede region. I Danmark bliver el og varme i høj grad produceret sammen, og da varme ikke handles internationalt, er denne produktion ikke lækageudsat. Dermed kan lækageeffekterne i elsektoren være svagere i en dansk sammenhæng. Omvendt medtager studiet kun de kortsigtede effekter af kvotesystemet. De langsigtede effekter kan være større pga. kapitalbevægelser.

## EFFEKT AF POLITIKKER TIL BEGRÆNSNING AF LÆKAGE

**Internationale aftaler modvirker CO<sub>2</sub>e-lækage**

CO<sub>2</sub>e-lækage afspejler grundlæggende, at der er lande, som ikke har bindende mål for deres udledning af CO<sub>2</sub>e. Hvis klimapolitik i Danmark bidrager til at øge udledningen i et land med bindende klimamål er dette land således nødsaget til at indføre tiltag, som begrænser landets udledninger. Derfor er klimaambitionerne i andre lande vigtige for størrelsen af CO<sub>2</sub>e-lækage fra Danmark. En udbredelse og stramning af eksisterende klimapolitiske aftaler må derfor forventes at modvirke lækageeffekterne fra Danmark.

**CO<sub>2</sub>e-lækage kan svækkes via nationale tiltag**

Lækageeffekterne kan imidlertid også svækkes via nationale tiltag. CO<sub>2</sub>e-lækage via udenrigshandelen skyldes, at klimapolitikken reducerer de indenlandske virksomheders konkurrenceevne ved at øge deres omkostninger. Denne effekt kan svækkes via nationale tiltag, som enten øger konkurrenceevnen direkte eller reducerer virksomhedernes klimapolitiske omkostningsbyrde. Dette afsnit beskriver

10) De ovennævnte studier har tre metodemæssige begrænsninger: (1) de betragter en meget begrænset del af økonomien, (2) den udenlandske reaktion på klimapolitiske tiltag er typisk modelleret meget simpelt, og (3) de medtager ikke CO<sub>2</sub>-lækage via priserne på fossile brændsler.

	hvilke instrumenter, der kan modvirke lækage via varemarkedet, og hvor effektive disse instrumenter er.
<b>Afgifter og subsidier kan neutralisere lækage via udenrigshandel, ...</b>	I den optimale lækagekorrigerede regulering er importafgifter og eksportsubsidier fastsat ud fra varenes CO <sub>2</sub> e-indhold. Disse instrumenter neutraliserer i princippet de lækageeffekter, som CO <sub>2</sub> e-reguleringen medfører gennem udenrigshandlen.
<b>... men ikke via brændselsmarkedet</b>	Instrumenterne neutraliserer dog ikke lækageeffekterne gennem markedet for fossile brændsler. Som nævnt i afsnit II.2 kan det være vanskeligt at implementere importafgifter og/eller eksportsubsidier i praksis pga. internationale aftaler for frihandel. Instrumenterne synes derfor ikke relevante i en dansk kontekst.
<b>Importafgifter og eksportsubsidier har en væsentlig effekt på lækagen ...</b>	Böhringer mfl. (2012a) samler resultaterne fra 12 forskellige CGE-modeller, som benyttes til at beregne effekten af CO <sub>2</sub> e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier. Det antages, at en større koalition af industrialiserede lande indfører en ensartet CO <sub>2</sub> -afgift samt CO <sub>2</sub> e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier, som sikrer en CO <sub>2</sub> -reduktion på 20 pct. Böhringer mfl. (2012a) finder, at lækageraten uden CO <sub>2</sub> e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier i gennemsnit er 12 pct., mens dette tal reduceres til 8 pct., hvis man indfører disse afgifter og subsidier. Altså kan lækagen reduceres med en tredjedel via disse instrumenter. Importafgifterne og eksportsubsidierne reducerer imidlertid ikke de globale omkostninger ved klimapolitikken væsentligt, men omkostningsbyrden lægges i højere grad over på landene udenfor koitionen.
<b>... men effekten svækkes ved upræcis beregning af CO<sub>2</sub>e-indhold</b>	Hvor effektivt CO <sub>2</sub> e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier kan modvirke lækage afhænger af, hvor præcist CO <sub>2</sub> e-indholdet af diverse varer eller produktkategorier antages at kunne beregnes. Des mere upræcist det egentlige CO <sub>2</sub> e-indhold i de im- og eksporterede varer beregnes, des mindre effektivt kan politikken imødegå CO <sub>2</sub> e-lækagen. Böhringer mfl. (2018) finder f.eks., at lækageraten ved en 20 pct. CO <sub>2</sub> -reduktion i OECD via et fælles CO <sub>2</sub> -kvotesystem er ca. 14 pct. Perfekte CO <sub>2</sub> -korrigerede importafgifter kan reducere lækageraten til ca. 5 pct., mens mere realistiske CO <sub>2</sub> -korrektioner reducerer lækageraten til omkring 10 pct. <sup>11</sup>

---

11) Hvis importafgifterne er perfekt CO<sub>2</sub>-korrigerede, vil afgiftssatsen være givet ud fra CO<sub>2</sub>-indholdet for den enkelte importvare, hvor der også tages højde for den indirekte CO<sub>2</sub>-udledning forbundet med produktionen af mellemprodukter. Böhringer mfl. (2018) betragter også flere mere praktisk implementerbare systemer, for eksempel importafgifter som kun pålægges de direkte CO<sub>2</sub>-udledninger forbundet med produktionen af importerede varer.

**Afgiftsbetaling  
og forvridnings-  
omkostninger**

En alternativ reguleringsform er at benytte CO<sub>2</sub>e-afgifter eller kvotesystemer for drivhusgasser, hvor statens provenu fra reguleringen tilbageføres til virksomhederne. Når man regulerer virksomheders CO<sub>2</sub>e-udledninger via en CO<sub>2</sub>e-afgift eller et kvotesystem for drivhusgasser, vil reguleringen have to typer omkostninger for virksomhederne. For det første vil virksomhederne bære en omkostning i form af afgiftsbetalinger eller køb af kvoter. Derudover vil virksomhederne forsøge at reducere deres afgiftsbetaling eller udgift til kvotekøb ved at omstille deres produktion således, at de udleder mindre CO<sub>2</sub>e pr. produceret enhed. Denne adfærdspåvirkning er selve formålet med reguleringen, men den har en omkostning for virksomhederne, som kaldes en forvridningsomkostning.

**Tilbageførelse af  
provenu reducerer  
omkostninger**

Hvis man ønsker at reducere omkostningsbyrden for virksomhederne ved en CO<sub>2</sub>e-afgift, kan dette gøres ved at tilbageføre hele eller dele af afgiftsprovenuet. Reguleres virksomhederne via et kvotesystem, kan den samme effekt opnås ved at tildele virksomhederne kvoter gratis. Selvom hele afgiftsprovenuet tilbageføres eller alle kvoter tildeles gratis, vil virksomhederne fortsat bære forvridningsomkostningen. En omkostningseffektiv regulering kræver, at tilbageførelsen af afgiftsprovenuet eller tildelingen af kvoter ikke påvirker virksomhedernes incitament til at reducere deres CO<sub>2</sub>e-udledning.

**Afgiftsprovenuet kan  
tilbageføres som et  
bundfradrag**

En måde at tilbageføre en del af afgiftsprovenuet er at indføre et bundfradrag på afgiftsbetalingen. Hvis bundfradraget fastsættes således, at virksomhederne fortsat skal betale afgiften på de sidste ton CO<sub>2</sub>e-udledning, vil de fortsat have et incitament til at reducere deres udledninger. Virksomhederne kan have meget forskellige størrelser. Det kan derfor være nødvendigt at indføre differentierede bundfradrag for at opnå den ønskede effekt.

**Begrænset effekt på  
lækageraten af  
kvotetildelinger**

Litteraturen finder generelt, at en tilbageførelse af afgiftsprovenu eller gratis tildeling af kvoter har en begrænset effekt på lækageraten. For eksempel undersøger Böhringer mfl. (2010) effekten af forskellige politikker, som har til formål at begrænse CO<sub>2</sub>e-lækagen fra energiintensive virksomheder via en CGE-model for hele verden. Udgangspunktet er indførelsen af et CO<sub>2</sub>-kvotesystem, hvor kvoterne auktioneres, for USA og/eller Europa. Böhringer mfl. (2010) finder, at en tilbageførelse af provenuet fra kvoteauktioneringerne reducerer lækageraten for Europa fra ca. 28 pct. til ca. 24 pct., men lækageraten for USA reduceres fra 10 pct. til ca. 9 pct. Studiet finder således, at en tilbageførelse af provenuet fra kvoteauktionerne har en lille effekt på de beregnede lækagerater.

**Regelregulering reducerer omkostninger men kræver meget information**

Regelregulering er et alternativ til en CO<sub>2</sub>e-afgift eller et kvotesystem, hvor provenuet tilbageføres. Indførsel af regelregulering vil alene give anledning til en forvridningsomkostning for virksomhederne. Det er dog vanskeligt at implementere regelregulering lige så omkostningseffektivt som en CO<sub>2</sub>e-afgift eller et kvotesystem, da myndighederne ikke har detaljeret information om den enkelte virksomheds omkostninger.

**Undtagelser kan have betydelige omkostninger**

Omkostningerne kan også reduceres for udvalgte industrier ved helt at undtage dem fra regulering. Dette vil dog typisk ikke være omkostningseffektivt, da man ikke udnytter billige reduktionsmuligheder i de fritagne industrier. Selvom de fritagne industrier kun udgør en mindre del af den samlede økonomi, kan de samfundsøkonomiske omkostninger ved fritagelsen være betydelige, jf. Böhringer og Rutherford (1997). Det skyldes, at reduktionsbyrden øges for den regulerede del af økonomien, hvor de billigste reduktioner allerede er opbrugt.

**Dyrt at modvirke CO<sub>2</sub>e-lækage via undtagelser**

Litteraturen bekræfter, at undtagelser er en omkostningsfuld måde at modvirke CO<sub>2</sub>e-lækage. I Böhringer mfl. (2012b) sammenlignes forskellige instrumenter til at reducere CO<sub>2</sub>e-lækage i forhold til deres omkostningseffektivitet og byrdefordeling. Udgangspunktet er et CO<sub>2</sub>-kvotesystem, som opnår en given reduktion for en given koalition af lande. Studiet viser, at en undtagelse af energiintensive industrier fra regulering har en lille effekt på lækageraten, mens omkostningen ved at reducere det sidste ton CO<sub>2</sub>e (givet ved kvoteprisen) stiger. Gratis kvoteallokeringer kan typisk opnå den samme effekt på lækageraten til en lavere reduktionsomkostning for det sidste ton CO<sub>2</sub>e og med et mindre produktionstab for de energiintensive industrier.

**Støtte til vedvarende energi er mindre omkostnings-effektivt ...**

Drivhusgasreduktioner kan også opnås via subsidier til vedvarende energi og energibesparelser. Subsidierne reducerer CO<sub>2</sub>e-udledningen mindre omkostningseffektivt end en CO<sub>2</sub>e-afgift. Dette skyldes, at subsidierne kun indirekte påvirker CO<sub>2</sub>e-udledningen, hvorimod en CO<sub>2</sub>e-afgift direkte øger omkostningerne ved CO<sub>2</sub>e-udledning. For eksempel vil støtte til vedvarende energi i elsektoren indirekte reducere CO<sub>2</sub>e-udledningen, idet støtten øger udbuddet af el produceret via vedvarende energi, hvilket delvist fortrænger brugen af fossile brændsler i elproduktionen. Men støtten vil også øge den samlede elproduktion, hvormed prisen på el reduceres. Dermed øges forbruget af el, som produceres både af vedvarende energi og fossilt-baseret energi. Dermed reduceres den samlede effekt på CO<sub>2</sub>e-udledningen af støtten til vedvarende energi.

**... og byrden pålægges skatteyderne**

Subsidier til vedvarende energi og energibesparelser medfører desuden en direkte omkostning for staten. Subsidierne vil derfor lægge omkostningsbyrden over på skatteyderne.

## SAMMENFATNING

**Lækagerater for store koalitioner af lande på 10-30 pct.**

Den internationale litteratur om CO<sub>2</sub>e-lækage fokuserer primært på store koalitioner af industrialiserede lande. For disse koalitioner ligger lækageraterne typisk på mellem 10 og 30 pct. Endvidere indikerer litteraturen, at de sektorspecifikke lækagerater kan variere betydeligt.

**Uvist hvor store lækageraterne er for små økonomier**

Litteraturen giver derimod ikke noget klart svar på hvilke lækagerater, man kan forvente for en lille, åben økonomi som Danmark. Dog peger litteraturen på, at lækageeffekterne er større, des mindre den regulerede region er. Samtidig forstærkes lækageeffekterne i EU-lande af EU ETS. Omvendt må Parisaftalen og EU's reduktionskrav for medlemslandenes ikke-kvotesektorer forventes at modvirke CO<sub>2</sub>e-lækage.

**Vanskeligt at modvirke lækage gennem indenlandske tiltag**

Overordnet set tyder litteraturen på, at indenlandske tiltag, der har til formål at reducere lækageeffekter, har forholdsvis små effekter på de beregnede lækagerater. De eneste undtagelser er importafgifter og eksportsubsidier, som kan have betydelige effekter, men som også er vanskelige at benytte i praksis. En væsentlig grund til, at det er vanskeligt at modvirke lækage er formodentligt, at de instrumenter, der er til rådighed, ikke kan modvirke den lækage, der foregår via det internationale marked for fossile brændsler.

## II.4

## DATA OG METODE

**Analyser af lækagerater baseres på GTAP-E-modellen**

I dette afsnit beskrives den model, GTAP-E, der i de følgende afsnit II.5 og II.6 anvendes til at beregne lækagerater for dansk økonomi som følge af indførelse af CO<sub>2</sub>e-afgifter. I det følgende beskrives først GTAP-E-modellen i sin oprindelige form. Herefter beskrives en række ændringer til modellen, som gør modellen mere velegnet i forhold til at beregne lækagerater for dansk økonomi. Blandt andet medtages udledninger af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub> fra eksempelvis landbruget. Slutteligt beskrives relevant data fra GTAP-databasen, og disse data sammenlignes med data fra Danmarks Statistik.

**GTAP-E er en global handelsmodel med fokus på energi**

GTAP-E-modellen er en global, generel ligevægtsmodel (CGE model), som har et særligt fokus på modellering af energiforbrug samt de dertil hørende udledninger af drivhusgasser, jf. boks II.3. De enkelte lande i modellen er bundet sammen igennem international handel, og ændringer i dansk klimapolitik påvirker derfor de andre lande gennem udenrigshandlen. Ændringer i handelsmønstret giver anledning til forskydninger af produktion og forbrug i udlandet, hvilket igen påvirker de enkelte landes CO<sub>2</sub>-udledninger.

**BOKS II.3 GTAP-E-MODELLEN**

Denne boks beskriver GTAP-E-modellen uden de ændringer, der er foretaget til nærværende kapitel. GTAP-E er en komparativ statisk ligevægtsmodel, der beskriver produktion og forbrug i forskellige lande, og som har en udbygget modellering af energiforbrug og de dertilhørende drivhusgasudledninger (McDougall 2003a og 2003b; Truong m.fl. 2007; Corong m.fl. 2017).

GTAP-E beskriver ændringen i de forskellige landes kapitalapparat, produktion og forbrug, der følger af ændret politik. Dermed kan de relaterede ændringer i indenlandske og udenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger beregnes. I GTAP-E beskrives de enkelte lande af relativt simple modeller. I hvert land er økonomien inddelt i forskellige sektorer, der hver især producerer en enkelt vare. I produktionen indgår både primære produktionsfaktorer og materialeinput fra de andre sektorer. I den oprindelige version af GTAP-E er udledning af drivhusgasser udelukkende knyttet til forbrug af fossile brændsler i virksomheder samt i det private og offentlige forbrug. I modellen indgår et marked for fossile brændsler, så den globale markedspris på fossile brændsler påvirkes af efterspørgslen i de enkelte lande. Udenrigshandel og muligheden for at påvirke markedsprisen på fossile brændsler udgør de centrale kanaler, hvorigennem dansk klimapolitik kan påvirke udledningen af drivhusgasser i udlandet.

Den samlede mængde af arbejdskraft, jord og naturressourcer i hvert land er eksogent givet, men kan i nogen grad flytte på tværs af sektorer. Størrelsen af kapitalapparatet og fordelingen heraf mellem sektorerne bestemmes, så nettoafkastet på kapital er ens på tværs af lande og sektorer.

Modellen er statisk, og beskriver dermed ikke tilpasningsstien fra én ligevægt til en anden. Dermed indgår de tilpasningsomkostninger, der må forventes, når arbejdskraft og kapital skal skifte fra en sektor til en anden, heller ikke i modellens velfærdsmål. Modellen tager heller ikke højde for de midlertidige gevinster eller omkostninger, der fremkommer, hvis det samlede kapitalapparat i den nye ligevægt er forskelligt fra den oprindelige ligevægt. Hvis kapitalapparatet eksempelvis er mindre i den nye ligevægt, må der i virkeligheden være en periode, hvor investeringer er lavere, og forbruget dermed kan være større. Udeladelsen af disse effekter gør, at man skal være påpasselig med at fortolke velfærdseffekterne i modellen.

Databasen, der ligger bag modellen, indeholder en konsistent opgørelse af produktion, forbrug og handelsstrømme for størstedelen af verden for 2011 (Aguiar m.fl. 2016). I de foretagne analyser benyttes den nyeste version af GTAP-databasen, version 9, som har 2011 som basisår. GTAP-databasen indeholder 120 lande og herudover 20 landeaggregater. Disse 140 regioner dækker til sammen 98 pct. af verdens BNP og 92 pct. af verdens befolkning. Hver regions økonomi er opdelt i 57 sektorer. Til den foretagne analyse er der foretaget en aggregering af GTAP-databasen til i alt 30 regioner og 18 sektorer. Aggregeringen er foretaget med henblik på at reducere modellens løsningsstid og stadig bibeholde de vigtigste forskelle i sektorstruktur såvel som en høj detaljeringsgrad i forhold til Danmarks vigtigste samhandelspartnere.

En yderligere beskrivelse af GTAP-E-modellen, herunder de tilpasninger, der er foretaget til analyserne i dette kapitel, samt databasen, kan findes i dokumentationsnotatet til kapitlet.



**GTAP-E indeholder to kanaler til lækage: Udenrigshandel og prisen på fossile brændsler**

Udenrigshandlen er dermed en vigtig kanal for CO<sub>2</sub>-lækage, som indgår i GTAP-E. En anden kanal til CO<sub>2</sub>-lækage er markedet for fossile brændsler, som også indgår i GTAP-E, jf. boksen. I sin oprindelige form indeholder GTAP-E således to vigtige kanaler til CO<sub>2</sub>-lækage. I den version, der anvendes til beregningerne i dette kapitel, er der tilføjet en tredje kanal, der relaterer til klimapolitikken i EU og resten af verden. Denne tilføjelse beskrives senere. Lækage via politiske incitamenter og teknologiske spillover-effekter indgår ikke i beregningerne i dette kapitel.

**Data opgøres konsistent på tværs af lande**

GTAP-E-modellen er bygget op omkring en global database, som indeholder data for størstedelen af verdens lande. Databasen afspejler de økonomiske forhold i 2011 og er opgjort konsistent på tværs af landene. Databasen indeholder blandt andet data for produktions- og forbrugssammensætning, virksomhedernes forbrug af produktionsfaktorer samt im- og eksport mellem landene i modellen. Herudover er der data for CO<sub>2</sub>e-udledningerne forbundet med forbrug af fossile brændsler i virksomhederne samt i den offentlige og private sektor.

**Globalt perspektiv medfører begrænsninger**

En ulempe ved at bruge GTAP-E-modellen til nærværende analyse er, at den har en relativt simpel beskrivelse af de enkelte landes institutionelle forhold, hvilket også gør sig gældende for Danmark. Fortolkningen af modellens resultater skal tages med det forbehold. Til denne analyse er en model med globale handelsstrømme nødvendig, og man må derfor leve med den mindre detaljerede beskrivelse af dansk økonomi.

**Større fald i BNP i GTAP-E-modellen sammenlignet med dansk model ...**

Den simple beskrivelse af dansk økonomi i GTAP-E-modellen afspejler sig blandt andet ved, at faldet i BNP ved indførelse af en CO<sub>2</sub>e-afgift er større end ved indførelse af en tilsvarende afgift i den såkaldte REFORM-model.<sup>12</sup> REFORM-modellen er udviklet specielt for Danmark, og er ligesom GTAP-E-modellen en statisk komparativ generel ligevægtsmodel, jf. Stephensen mfl. (2015). De to modeller adskiller sig på en række punkter. REFORM-modellens beskrivelse af dansk økonomi er mere detaljeret og afstemt danske forhold. Om-

12) I GTAP-E-modellen falder Danmarks BNP med 0,5 pct. ved indførelse af en afgift på 100 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>e, jf. afsnit II.5. I REFORM-modellen fås et fald i BNP på 0,1 pct., når der indføres en tilsvarende afgift. I en tidligere analyse blev der foretaget en beregning af de samfundsøkonomiske effekter af at blive fossilfri i 2050, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2016). Her blev det fundet, at fossilfrihed i 2050 ville medføre et fald i BNP på 0,4 pct. Til denne beregning blev REFORM-modellen anvendt til analysen. Det er årsagen til den relativt lave effekt på BNP sammenlignet med analyserne i dette kapitel, hvor GTAP-E modellen er anvendt. I analyserne af effekterne ved omlægning til fossilfrihed i 2050 blev der endvidere taget højde for, at teknologiske fremskridt inden for vedvarende energi frem mod 2050 bidrager til at sænke omkostningen ved fossilfrihed.



	<p>vendt opererer REFORM-modellen kun med ét samlet udland, mens GTAP-E har en detaljeret beskrivelse af samhandelen mellem alle lande og en modellering af prisdannelsen for fossile brændsler. Da der skal tages højde for klimapolitikken i andre lande, er REFORM-modellen ikke velegnet til at opgøre lækageraten for Danmark.</p>
<p>... betyder ikke, at de beregnede lækagerater er forkerte</p>	<p>Fokus i kapitlet er på opgørelse af lækageraten og ikke på de absolutte ændringer i produktionen og udledningerne af drivhusgasser. Selvom produktionen reagerer mere på indførelsen af CO<sub>2</sub>e-afgifter i GTAP-E end i REFORM, er det ikke afgørende for den beregnede lækagerate. Lækageraten ser på det relative forhold mellem stigningen i udledningen af drivhusgasser i udlandet for et givet fald i udledningen i Danmark, jf. afsnit II.2. En væsentlig del af forskellen i effekten på BNP kan tilskrives, at der sker et væsentlig større fald i kapitalapparatet i GTAP-E- end i REFORM-modellen.<sup>13</sup> Selvom lækageraten ikke er følsom overfor denne forskel, illustrerer dette, at beregningerne i kapitlet er behæftet med usikkerhed.</p>
<p>Globalt perspektiv har også en række fordele</p>	<p>GTAP-E-modellen omfatter størstedelen af verdens lande, hvilket muliggør analyse af globale handelsstrømme, som er essentielle for at beregne CO<sub>2</sub>e-lækage. Samtidig medtager modellen effekterne af, at dansk klimapolitik kan have en lille påvirkning på verdensmarkedsprisen på fossile brændsler, hvilket ifølge litteraturen kan være en potentielt vigtig kanal, jf. afsnit II.3. I modellens datagrundlag tages højde for, at CO<sub>2</sub>e-intensiteterne varierer på tværs af lande, således at produktion kan være mere eller mindre forurenende i udlandet i forhold til Danmark.</p>
<p>Lækage opstår igennem udenrigshandel og marked for fossile brændsler</p>	<p>I sin oprindelige form tager GTAP-E-modellen højde for to typer CO<sub>2</sub>e-lækage; lækage igennem udenrigshandlen og lækage via markedet for fossile brændsler. Lækage igennem udenrigshandlen afspejles i modellen ved, at virksomheder og forbrugere har mulighed for at skifte mellem forbrug af indenlandsk producerede varer og importerede varer, afhængigt af de relative priser. En CO<sub>2</sub>e-afgift i Danmark vil give anledning til en forøget import af især CO<sub>2</sub>e-intensive varer, hvilket vil øge udledningerne i udlandet. Lækage via markedet for fossile brændsler opstår, fordi verdensmarkedsprisen på fossile brændsler falder, når efterspørgslen efter disse mindskes i Danmark. Det vil som udgangspunkt øge forbruget af fossile brændsler i udlandet og dermed give anledning til CO<sub>2</sub>e-lækage.</p>

---

13) Hvis det i GTAP-E-modellen antages, at kapitalapparatet ikke ændres, fås et fald i BNP på 0,2 pct.

**Standard-modellen  
har mangler ift.  
dansk kontekst**

Til beregning af lækagerater i en dansk kontekst er der imidlertid nogle mangler i den oprindelige GTAP-E model. For det første er der ikke taget højde for eksistensen og effekterne af EU's CO<sub>2</sub>-kvotesystem (EU ETS). For det andet er der ikke taget højde for, at nogle lande har klimapolitiske begrænsninger på deres udledninger. For det tredje er der i modellen ikke udledninger af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub>.

**Udvidelser:**

- EU's kvotemarked
- Non-ETS og Paris
- Metan, lattergas mv.

For at gøre modellen bedre egnet til at besvare spørgsmål om lækage i relation til dansk klimapolitik, er det i analyserne søgt at tage højde for disse umiddelbare svagheder på forskellig vis. For det første er modellen udvidet til at tage højde for, hvordan dansk klimapolitik i kvotesektoren påvirker mængden af kvoter i EU's CO<sub>2</sub>-kvotesystem, jf. boks II.4. For det andet inkluderes muligheden for, at nogle lande har bindende udledningsbegrænsninger, således at udledningerne herfra ikke kan stige, når der indføres CO<sub>2</sub>-afgifter i Danmark. Disse begrænsninger relaterer sig til regulering af ikke-kvotesektorerne i EU samt til målsætningerne i Parisaftalen. For det tredje er modellen blevet udvidet til at tage højde for udledningerne af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub>. Dermed afspejler lækageraterne ikke blot ændringer i CO<sub>2</sub>-udledningerne forbundet med afbrænding af fossile brændsler, men eksempelvis også udledninger af metan og lattergas fra landbruget.

## BOKS II.4 UDVIDELSER TIL GTAP-E-MODELLEN

Til denne analyse er der foretaget tre udvidelser og modifikationer af GTAP-E-modellen. Formålet med disse udvidelser er at få modellen til at afspejle forhold, som kan have betydning for opgørelsen af lækageraten for Danmark. Udvidelserne gør det muligt at tage højde for effekter via EU's kvotesystem, bindende reduktionsmål for CO<sub>2</sub>e-udledninger i andre lande og udledninger af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub>. Udvidelserne er yderligere beskrevet i dokumentationsnotatet til kapitlet.

### *Effekter i EU's kvotesystem (EU ETS)*

Modellen er modificeret til at tage højde for de særlige forhold, der gør sig gældende for de sektorer – de såkaldte kvotesektorer – der er underlagt EU's kvotesystem (EU ETS). Tidligere var mængden af kvoter i EU ETS givet på forhånd. En reduktion af udledningerne fra de danske kvotesektorer ville dermed reducere kvoteprisen, mens det langsigtede forbrug af kvoter ville være givet ved det fastsatte udbud af kvoter. På lang sigt ville den danske reduktion af udledninger fra kvotesektorerne ikke påvirke udledningerne fra EU ETS, og dermed ville lækageraten igennem EU ETS være 100 pct.

I starten af 2018 blev dette ændret ved en reform, som havde til formål at reducere det såkaldte kvoteoverskud. Reformen ændrer de oprindelige principper for EU ETS, idet den samlede mængde af kvoter på lang sigt ikke længere er bestemt på forhånd. Det medfører, at en dansk reduktion af udledninger fra kvotesektorerne i et vist omfang kan reducere det samlede forbrug af kvoter, og dermed udledning af drivhusgasser, i EU ETS. Hvor stor en effekt danske reduktioner har på det samlede forbrug af kvoter afhænger i høj grad af to forhold.

For det første afhænger effekten på det samlede forbrug af kvoter af, om man anskuer den kort- eller langsigtede effekt. På kort sigt giver danske reduktioner anledning til et større fald i de samlede udledninger i EU ETS, end det er tilfældet på lang sigt. Dette skyldes regler knyttet til den såkaldte markedsstabilitetsreserve.

For det andet har det betydning, hvornår reduktionen fra de danske kvotesektorer finder sted. Det skyldes, at en del af kvoterne annulleres, hvis kvoteoverskuddet er højt. De kommende år vurderes kvoteoverskuddet at være højt, og derfor giver danske reduktioner i disse år anledning til, at en stor del af de overskydende kvoter annulleres. Fra slutningen af 2030'erne vurderes kvoteoverskuddet ikke at være højt, og reduktioner herefter vil ikke give anledning til kvoteannulleringer. Dermed vil reduktioner i de danske kvotesektorer efter slutningen af 2030'erne resultere i 100 pct. lækage igennem EU ETS. Derfor vil klimapolitik, der *midlertidigt* reducerer udledningerne fra de danske kvotesektorer i de kommende år, mindske udledningerne i EU ETS mere end regulering, der *permanent* reducerer udledningerne fra de danske kvotesektorer. Disse effekter er beskrevet i flere detaljer af De Økonomiske Råds formandskab (2018) samt Beck og Kruse-Andersen (2018).

**BOKS II.4 UDVIDELSER TIL GTAP-E-MODELLEN, FORTSAT**

I grundscenariet, der præsenteres i afsnit II.5 og II.6, tages der udgangspunkt i den langsigtede effekt af en klimapolitik, der reducerer udledningerne fra de danske kvotesektorer *permanent*. I disse beregninger lægges det til grund, at den samlede mængde af kvoter i EU ETS reduceres med 17 pct. af reduktionen i de danske kvotesektorer. I afsnittene præsenteres også en alternativ beregning, hvor det antages, at der gennemføres danske tiltag, der *midlertidigt* reducerer de danske udledninger fra kvotesektoren. I dette tilfælde vurderes den samlede kvotemængde i EU ETS at blive reduceret med 57 pct. af reduktionen i de danske kvotesektorer. Denne beregning medfører derfor, at reduktioner i de danske kvotesektorer i højere grad bidrager til at reducere udledningerne i EU, end det er tilfældet i grundscenariet.<sup>a</sup>

*Udledningsbegrænsninger i nogle lande*

Modellen er modificeret til at kunne tage højde for, at nogle lande har bindende udledningsbegrænsninger, enten for landet som helhed eller i dele af økonomien. Denne egenskab benyttes både til ikke-kvotesektorerne i nogle EU-lande og for lande udenfor EU i scenariet omkring Paris-aftalen. For disse lande holdes udledninger konstante, når der indføres CO<sub>2</sub>-afgifter i Danmark. Begrænsningerne for ikke-kvotesektorerne påføres Belgien, Finland, Frankrig, Tyskland, Irland, Italien, Holland, Polen, Sverige, Storbritannien og Østrig. I scenariet omkring Parisaftalen pålægges begrænsninger på alle lande udenfor EU med undtagelse af Kina, Indien, USA og Rusland.

*Inklusion af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub>*

Modellen er udvidet til at inkludere udledninger af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub> fra et supplerende datasæt i GTAP-databasen. Udledninger af metan, lattergas og flourgasser er inkluderet. Disse udledninger er knyttet til forbrug af forskellige inputs (bl.a. brug af kunstgødning i landbruget) og til den producerede mængde (bl.a. i det animalske landbrug og visse kemiske produktionsprocesser).

- a) De anvendte 17 pct. og 57 pct. er baseret på beregninger ud fra en model for EU ETS, der blev benyttet i De Økonomiske Råds formandskab (2018), jf. Beck og Kruse-Andersen (2018). I beregningerne indtræder et permanent og et midlertidigt stød i 2020, der reducerer den årlige kvoteefterspørgsel med 1,2 mio. ton. I denne model er der ikke flere EU ETS udledninger efter 2060, hvormed det permanente stød kan opfattes som et 41-årigt stød. Det midlertidige stød fortsætter i 20 år.

**DATASAMMENLIGNING: GTAP-E OG DANMARKS STATISTIK**

Der kan være forskel mellem GTAP-E og Danmarks Statistik

...

GTAP-databasen dækker konsistent størstedelen af verdens lande og de internationale handelsmønstre. Udgangspunktet for GTAP-databasen er de enkelte landes nationalregnskaber, men hertil foretages der en række justeringer for at afstemme handelsstrømme og andre forhold. Justeringerne kan give anledning til afvigelser mellem GTAP-databasen og opgørelserne fra Danmarks Statistik.

**... men overordnet  
høj grad af  
konsistens**

Overordnet set er der dog en høj grad af konsistens imellem GTAP-databasens og Danmarks Statistiks opgørelse af Danmarks samlede produktionsværdi, mens der er nogle forskelle, når sammenligningen opgøres på enkelte sektorer, jf. boks II.5. For drivhusgasudledningerne er der større afvigelser både for Danmarks samlede udledninger og for udledninger fordelt på sektorer. Det skal blandt andet ses i lyset af, at GTAP-databasen hverken medtager de såkaldte LULUCF-udledninger eller CO<sub>2</sub>-udledninger forbundet med kalkopvarmning i cementproduktionen. Betydningen af nogle af disse forskelle undersøges i følsomhedsanalyserne i afsnit II.6.

## **BOKS II.5 SAMMENLIGNING AF GTAP-DATABASEN OG DANMARKS STATISTIK**

I denne boks sammenlignes GTAP-databasens opgørelse af produktion og udledninger af drivhusgasser for Danmark for 2011 med opgørelserne i Danmarks Statistik.<sup>a)</sup>

GTAP-databasen tager udgangspunkt i hvert lands nationalregnskab. Der foretages dog en række justeringer, der sikrer, at de enkelte landes BNP er konsistent med Verdensbankens database, og at verdenshandlen balancerer. Herudover benyttes et særligt input-output-datasæt fra det Internationale Energiagentur til at overskrive data for energiproduktion og forbrug af energi. Samtidigt reviderer Danmarks Statistik jævnligt nationalregnskabet, og den nuværende opgørelse kan derfor være forskellig fra dengang, da GTAP-databasen blev konstrueret. Sammenligningen mellem Danmarks Statistik og GTAP-databasen på sektorniveau kompliceres samtidig af definitoriske forskelle i sektorinddelingen. Forskellene mellem det nationale data fra Danmarks Statistik og tallene i GTAP-databasen diskuteres nærmere i dokumentationsnotatet til kapitlet.

En sammenligning med det danske nationalregnskab viser, at der på det overordnede plan er en høj grad af konsistens mellem de to fremstillinger af dansk økonomi. Overordnet er der således en forskel på blot 0,2 pct. i Nationalregnskabets produktionsværdi og GTAP-databasens produktionsværdi for Danmark. På sektorniveau er der dog i nogle tilfælde lidt større forskelle.

Der er forskelle mellem Danmarks Statistiks og GTAP-databasens opgørelser af udledninger af drivhusgasser. Disse forskelle kan i høj grad forklares af definitoriske forskelle i sektorinddelingen og forskelle i opgørelsesmetoder. De primære forskelle er, at Danmarks Statistiks Grønne Nationalregnskab bruger en anden opgørelse af udledninger forbundet med bunkring i luft- og vandtransportsektorerne, og at GTAP-databasen henregner alle ikke-private udledninger fra landtransport, inkl. erhvervenes transportbehov, til transportydelsessektoren. Når der korrigeres for disse definitionsforskelle, er GTAP-databasens udledninger 4 pct. højere end Danmarks Statistiks.

a) Værdien af produktionen tages fra nationalregnskabet (NABP117) og udledningerne af drivhusgasser tages fra emissionsregnskabet (MRU1) i Statistikbanken.

## BOKS II.5 SAMMENLIGNING AF GTAP-DATABASEN OG DANMARKS STATISTIK, FORTSAT

Der er to mangler ved GTAP-databasens dækning af CO<sub>2</sub>e-udledninger. For det første er CO<sub>2</sub>-udledninger, der ikke finder sted i forbindelse med afbrænding af fossile brændsler, ikke dækket. Den primære kilde til sådanne udledninger opstår ved opvarmning af kalk i forbindelse med produktionen af cement. I 2011 blev der udledt 0,9 mio. ton CO<sub>2</sub> fra kalkopvarmning i Danmark, jf. Nielsen m.fl. (2018). For det andet dækker modellen ikke udledninger forbundet med ændringer i jordens kulstofbalance (såkaldte LULUCF-udledninger). I 2011 havde Danmark en negativ netto-udledning fra LULUCF på 2,4 mio. ton, jf. Nielsen m.fl. (2018).

## BESKRIVELSE AF DATA I GTAP-DATABASEN

### Beskrivelse af centrale forhold i GTAP-databasen

I de næste afsnit præsenteres beregninger af både en generel lækagerate og sektorspecifikke lækagerater. Det følgende beskriver centrale forhold i GTAP-databasen, som påvirker beregningerne. I beskrivelsen fokuseres primært på CO<sub>2</sub>e-intensiteter, handelsandele og klimapolitiske forhold.

### Syv overordnede sektorer pålægges skiftevis en afgift

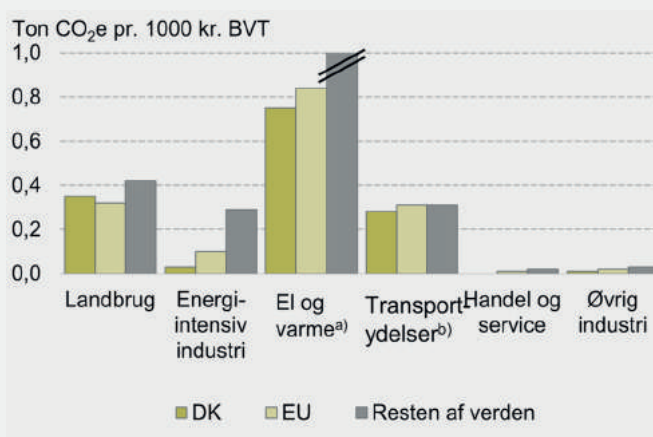
Til beregning af de sektorspecifikke lækagerater pålægges syv overordnede sektorer i dansk økonomi skiftevis en afgift. Seks af de overordnede sektorer består af egentlige produktionssektorer. Den syvende sektor består af det private og offentlige forbrug. Personbils transport indgår i det private forbrug, mens virksomhedernes transportbrug indgår i sektoren for transportydelser. Inddelingen af sektorer forsøger at afspejle, hvordan man meningsfyldt kan indrette dansk regulering af drivhusgasser. Eksempelvis forsøger inddelingen at tage højde for opdelingen mellem kvote- og ikke-kvotesektorer, som ofte behandles forskelligt på grund af EU ETS. Udskillelsen af en separat forbrugssektor skyldes, at husholdningerne og den offentlige sektor i praksis ofte reguleres anderledes end virksomhederne.

### Store forskelle i CO<sub>2</sub>e-intensitet mellem sektorer

Der er stor forskel på sektorernes karakteristika, og dermed hvordan reaktionen er i Danmark og udlandet, når der indføres en CO<sub>2</sub>e-afgift i Danmark. En vigtig faktor for størrelsen på lækageraterne er produktionssektorernes CO<sub>2</sub>e-intensiteter. For de sektorspecifikke lækagerater har det betydning, hvor CO<sub>2</sub>e-intensiv sektoren er i forhold til de øvrige danske sektorer. I Danmark har el- og varmeproduktionen den største CO<sub>2</sub>e-intensitet, målt i ton CO<sub>2</sub>e pr. BVT, jf. figur II.1. Landbrug og transportydelser har også relativt høje CO<sub>2</sub>e-intensiteter. Omvendt har handel og service, øvrig industri og energiintensiv industri relativt lave CO<sub>2</sub>e-intensiteter.

**FIGUR II.1 CO<sub>2</sub>e-INTENSITETER PÅ SEKTORER**

Figuren viser CO<sub>2</sub>e-intensiteterne i 2011 fra GTAP-databasen opdelt på syv sektorer opdelt for Danmark, resten af EU og resten af verden.



a) CO<sub>2</sub>e-intensiteten for resten af verdens el- og varmeproduktion er 3,42 ton CO<sub>2</sub>e pr. 1000 kr. bruttoværditilvækst (BVT).

b) Transportydelser består af landtransport forbundet med produktion. Dette indbefatter bl.a. logistik, taxikørsel såvel som anden transport, der finder sted som en integreret del af anden produktion.

Anm.: CO<sub>2</sub>e-intensiteten måles som ton CO<sub>2</sub>e pr. 1000 kr. bruttoværditilvækst (BVT), og er udregnet som et gennemsnit for EU ekskl. DK og RaV, hvor RaV (Resten af Verden) står for alle lande udenfor EU. Land- og vandtransport samt udvinding af olie og gas i Nordsøen indgår ikke i nogen af de syv sektorer.

Kilde: GTAP-databasen og egne beregninger.

**Lækagerate påvirkes af CO<sub>2</sub>e-intensitet i forhold til udlandet, ...**

Både den generelle lækagerate og de sektorspecifikke lækagerater påvirkes også af, hvor CO<sub>2</sub>e-intensiv produktionssektorerne er i forhold til de samme sektorer i udlandet. En høj CO<sub>2</sub>e-intensitet i udlandet i forhold til Danmark vil isoleret set give anledning til en høj lækagerate. I stort set alle sektorer har Danmark lavere CO<sub>2</sub>e-intensitet end udlandet, og generelt er der lavere CO<sub>2</sub>e-intensiteter i EU-landene end i resten af verden.

**... som kan variere på grund af branchesammensætning**

CO<sub>2</sub>e-intensiteten for hver af de syv sektorer afspejler et vægtet gennemsnit af CO<sub>2</sub>e-intensiteterne i de underliggende erhverv, der indgår i den givne sektor. CO<sub>2</sub>e-intensiteten i de syv sektorer kan være høj, hvis en stor del af produktionen i sektoren består af erhverv, der

	<p>producerer varer, som har et stort energiforbrug. Forskelle i CO<sub>2</sub>e-intensiteterne imellem landene er derfor ikke nødvendigvis et udtryk for, at virksomhederne indenfor den givne sektor er mere eller mindre CO<sub>2</sub>e-effektive i produktionen af de enkelte varer.</p>
<p><b>CO<sub>2</sub>e-intensitet i landbrug afspejler forskel ml. vegetabilsk og animalsk landbrug</b></p>	<p>I landbruget som helhed er der kun begrænsede forskelle i CO<sub>2</sub>e-intensiteten mellem landene. Det dækker over, at den vegetabiliske produktion i Danmark er lidt mere CO<sub>2</sub>e-intensivt end i EU, mens den danske animalske produktion er lidt mindre CO<sub>2</sub>e-intensivt end den europæiske animalske produktion. I forhold til lande udenfor EU er CO<sub>2</sub>e-intensiteterne i det vegetabiliske landbrug omtrent de samme som i Danmark. Anderledes er det for det animalske landbrug, hvor Danmark er ca. halvt så CO<sub>2</sub>e-intensivt som landene udenfor EU.</p>
<p><b>Lækagerate påvirkes også af graden af international konkurrence</b></p>	<p>CO<sub>2</sub>e-lækage afhænger også af, i hvor høj grad produktionen i udlandet påvirkes, når klimapolitikken strammes i Danmark. Dette afhænger blandt andet af, hvor eksponeret sektoren er overfor udenlandsk konkurrence, hvilket i nogen grad kan forklares ud fra sektorens eksport- og importandele. Den energiintensive industri har de højeste eksport- og importandele på hhv. ca. 51 pct. og 54 pct., mens de er lavest i el- og varmeproduktionen med hhv. ca. 10 pct. og 9 pct., jf. tabel II.2. De lave eksport- og importandele i el- og varmesektoren skal ses i lyset af, at fjernvarme ikke eksporteres eller importeres.<sup>14</sup></p>
<p><b>EU's klimapolitik påvirker sektorer forskelligt</b></p>	<p>Endelig påvirkes lækageraten også af den klimapolitik, der føres i udlandet. Således er den energiintensive industri samt el- og varmesektoren underlagt EU ETS, hvor antallet af kvoter som udgangspunkt er bestemt på EU-niveau, men hvor dansk klimapolitik i begrænset omfang kan påvirke mængden, jf. boks II.4. For den øvrige del af økonomien, den del af økonomien, der ikke er en del af kvotesystemet, har EU pålagt de enkelte lande begrænsninger på de samlede udledninger, således at udledningerne herfra ikke kan øges, når der indføres klimapolitik i Danmark.</p>

14) Import- og eksportandelene for landbruget afspejler, hvor stor udenrigshandlen er for produktionen i landbruget. Disse tager ikke højde for, hvor meget der handles med forarbejdede fødevarer, som i stedet er indeholdt i import- og eksporten for den øvrige industri.



**TABEL II.2 CENTRALE STØRRELSER FOR SYV DANSKE SEKTORER**

Tabellen viser deskriptiv statistik i 2011 fra GTAP-databasen opdelt på syv sektorer.

	Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme	Transport-ydelser <sup>a</sup>	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug	I alt
BVT, pct. af total	2	6	2	3	64	20	-	96
Udledninger, mio. ton CO <sub>2</sub> e	11	3	16	12	4	4	8	58
Eksportandel, pct.	31	51	10	15	16	35	-	-
Importandel, pct.	26	54	9	24	14	40	-	-
Omfattet af EU ETS <sup>a)</sup>	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	-

a) Sektorerne i GTAP-databasen er ikke fuldt kompatible med opdelingen i EU's kvote- og ikke-kvotesektorer. Opdelingen på ETS og non-ETS er foretaget, så det bedst muligt afspejler denne opdeling.

Anm.: BVT-andelene summerer ikke til 100, da luft- og vandtransport samt udvinding af olie og gas indgår i totalen men ikke i nogle af de syv sektorer. Eksportandelen måler, hvor stor en del af sektorens produktion der eksporteres, mens importandelen måler, hvor stor en del af det danske forbrug af sektorens varer og tjenester, der importeres.

Kilde: GTAP-databasen og egne beregninger.

## II.5

## SAMLET LÆKAGERATE FOR DANMARK

Afsnittet analyserer den samlede lækagerate for dansk økonomi ...

... ved at pålægge en generel CO<sub>2</sub>e-afgift

Dette afsnit præsenterer opgørelser af en samlet lækagerate, som beregnes ved indførelse af en ensartet CO<sub>2</sub>e-afgift i Danmark. Den beregnede lækagerate afhænger af klimapolitikken i andre lande. Afsnittet afsluttes derfor med en undersøgelse af lækageratens følsomhed overfor centrale forudsætninger omkring klimapolitik i udlandet.

Konkret beregnes lækageraten, når der pålægges en CO<sub>2</sub>e-afgift på 100 kr. pr. ton på udledninger af drivhusgasser relateret til privat og offentligt forbrug samt udledninger forbundet med virksomhedernes produktion. Afgiften pålægges stort set alle danske aktiviteter og

sektorer.<sup>15</sup> Der er i forvejen CO<sub>2</sub>-afgifter og energiafgifter på fossile brændsler i Danmark, mens der ikke er afgifter på f.eks. udledninger af metan og lattergas fra landbruget. Den indførte CO<sub>2</sub>e-afgift lægges ovenpå de allerede eksisterende skatter. Afgiften giver derfor en ensartet stigning i prisen på CO<sub>2</sub>e-udledninger men ikke et ensartet afgiftsniveau på CO<sub>2</sub>e-udledninger mellem sektorer.

**Afgifter pålægges beregnede udledninger i landbruget**

Det er i praksis ikke muligt at indføre CO<sub>2</sub>e-afgifter på den faktiske udledning af ikke-energi-relaterede udledninger fra landbruget, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018). Det skyldes, at det eksempelvis ikke er muligt at måle udledninger af metan fra den enkelte ko. I stedet kan det vælges at lægge en afgift på den beregnede udledning fra aktiviteterne i landbruget, som f.eks. den gennemsnitlige udledning pr. ko. Denne tilgang anvendes til beregningerne i dette kapitel ved at lægge afgifter på produktionen af animalske og vegetabiliske produkter svarende til deres gennemsnitlige udledninger af ikke-energi-relaterede emissioner.

**Beregninger tager udgangspunkt i 2011**

Beregningerne af lækageraterne bygger på GTAP-databasen, som er opgjort for 2011. Dermed afspejler GTAP-databasen ikke nødvendigvis de aktuelle eller fremtidige økonomiske forhold i Danmark eller resten af verden, som kan have betydning for danske lækagerater. Eksempelvis kan det have betydning for lækageraterne, hvis CO<sub>2</sub>e-intensiteter i forskellige lande og sektorer er anderledes, end hvad der er indeholdt i GTAP-databasen. Såfremt ændringerne sker forholdsvist symmetrisk på tværs af sektorer og lande, vurderes det dog ikke at have stor betydning for lækageraternes størrelser. Siden 2011 er CO<sub>2</sub>e-udledningerne faldet betydeligt i den danske el- og varme-produktion. Betydningen af den lavere CO<sub>2</sub>e-intensitet i denne sektor analyseres i afsnit II.6.

**Beregninger tager højde for klimapolitik i EU**

I beregningerne er der medtaget effekter af klimapolitikken i EU, jf. boks II.4 i afsnit II.4. For en række EU-lande pålægges en restriktion på udledningerne fra de dele af økonomien, som ikke er omfattet af EU's kvotesystem, de såkaldte ikke-kvotesektorer. Baggrunden herfor er, at EU-kommissionen har foreslået landespecifikke udlednings-reduktioner for alle EU-landes udledninger fra ikke-kvotesektorerne. Der er dog forskel på, hvor ambitiøse disse reduktionskrav er for forskellige EU-lande. I analyserne lægges til grund, at der en binden-

<sup>15</sup>) Det er kun indenlandsk brændselsforbrug, som afgiftspålægges. Afgiften pålægges ikke udledninger fra luft- og vandtransport, fordi de i praksis er vanskelige at afgiftspålægge. Det skyldes, at disse udledninger opgøres i GTAP-databasen som udledninger forbundet med danske virksomheders forbrug af fossile brændsler i Danmark og i udlandet. Udledninger forbundet med udvinding af olie og gas i Danmark pålægges heller ikke afgiften.

de begrænsning på udledningerne fra i alt 11 EU-lande, jf. Klimarådet (2016). Det er primært østeuropæiske lande samt Spanien, som ikke skønnes at have bindende begrænsninger. Restriktionen påføres således, at de samlede udledninger fra ikke-kvotesektorerne i disse lande er uændrede, når CO<sub>2</sub>e-afgiften indføres i Danmark. Herudover medtages effekterne af, at udledningsreduktioner i de danske kvotesektorer kun i begrænset omfang vurderes at mindske den samlede mængde af kvoter i EU. Det medfører, at en stor del af CO<sub>2</sub>e-reduktionerne fra de danske kvotesektorer modsvares af stigninger i udledningerne i de øvrige EU-landes kvotesektorer.

**CO<sub>2</sub>e-afgift øger  
prisen på udledning  
af CO<sub>2</sub>e i Danmark**

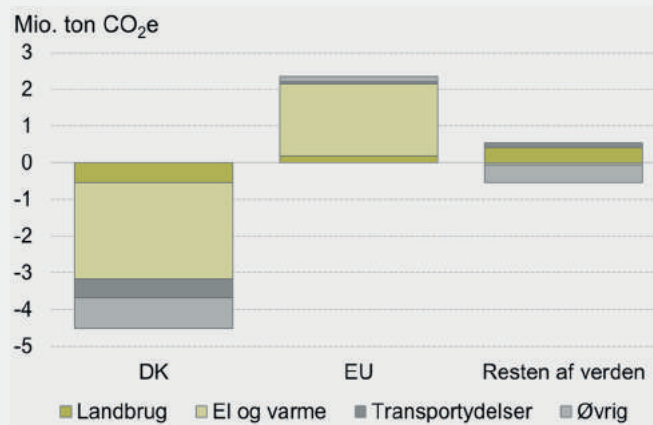
CO<sub>2</sub>e-afgiften medfører, at omkostningen på brug af fossile brændsler i Danmark stiger i virksomhederne samt i den private og offentlige sektor, hvilket mindsker efterspørgslen efter disse brændsler. For virksomhederne betyder det, at de kan mindske afgiftsbetalingerne, hvis de skifter over mod andre inputs, herunder mindre CO<sub>2</sub>e-intensive brændsler. Dette er ikke tilfældet med beskætningen af udledninger i forbindelse med virksomhedernes produktion, hvor virksomhederne må mindske produktionen for at mindske afgiftsbetalingerne. Eksempelvis er en stor del af udledningerne i det animalske landbrug forbundet med udledninger fra køer, og beregningerne forudsætter, at udledninger herfra kun kan mindskes ved at mindske produktionen i det animalske landbrug. Hvis der er mulighed for reduktioner gennem skift i sammensætningen af inputs, vil omkostningerne og produktionsfaldet som følge af reguleringen blive mindre og CO<sub>2</sub>e-reduktionerne større.

**Lækagerate på ca.  
52 pct. for Danmark**

Indførelse af den ensartede CO<sub>2</sub>e-afgift giver i beregningerne et fald i de danske CO<sub>2</sub>e-udledninger på ca. 4,5 mio. ton, svarende til ca. 5,7 pct. af de samlede danske udledninger, jf. figur II.2. Faldet modsvares i nogen grad af en stigning i CO<sub>2</sub>e-udledninger i EU på ca. 2,3 mio. ton, mens udledningerne i landene udenfor EU er omtrent uændrede. Samlet set giver det en lækagerate på ca. 52 pct.

**FIGUR II.2 ÆNDRING I CO<sub>2</sub>e-UDLEDNINGER VED ENSARTET STIGNING I CO<sub>2</sub>e-AFGIFT**

Figuren viser ændringer i CO<sub>2</sub>e-udledninger fra forskellige sektorer i Danmark, EU og resten af verden som følge af en ensartet CO<sub>2</sub>e-afgift i Danmark på 100 kr. pr. ton.



Anm.: Figuren viser ændringer i udledninger fra forskellige dele økonomien i Danmark, EU og resten af verden (RaV). Kategorien "Øvrig" dækker over energiintensiv industri, handel og service, øvrig industri samt privat og offentligt forbrug, som er beskrevet i afsnit II.4. Herudover indeholder denne kategori også indvinding af olie, gas og kul samt luft- og vandtransport.

Kilde: Egne beregninger.

**CO<sub>2</sub>e reduceres primært i el- og varmesektor i Danmark ...**

El- og varmesektoren bidrager med over halvdelen af CO<sub>2</sub>e-reduktionerne i Danmark, hvilket blandt andet skyldes, at denne sektor har de største udledninger i udgangspunktet. Det store fald i udledninger fra el- og varmesektoren skal også ses i lyset af, at der i denne sektor sker en substitution væk fra fossile brændsler over mod kapital. Dette kan fortolkes som en større andel af vedvarende energi i produktionen. Samtidig sker der også et skift i brugen af fossile brændsler, hvor produktionen i mindre grad baseres på afbrænding af kul, som er relativt CO<sub>2</sub>e-intensivt, og i højere grad benytter benzin- og dieselprodukter, som er mindre CO<sub>2</sub>e-intensive.

**... men også i landbrug og sektoren for transportydelser**

Herudover bidrager landbruget og sektoren for transportydelser også betydeligt til faldet i de danske CO<sub>2</sub>e-udledninger. Disse sektorer har ligesom el- og varmesektoren relativt store udledninger i udgangspunktet. Landbruget har ikke samme mulighed for at substituere væk

fra forurenende input i produktionen, fordi en betydelig del af udledningerne finder sted i forbindelse med den animalske produktion. Derfor medfører faldet i udledninger fra denne sektor i højere grad et fald i produktionen, end det er tilfældet for el- og varmesektoren.

**Der er CO<sub>2</sub>e-lækage igennem udenrigshandlen ...**

CO<sub>2</sub>e-lækage opstår blandt andet som følge af, at CO<sub>2</sub>e-intensive varer i højere grad produceres i udlandet end i Danmark, dvs. lækage igennem udenrigshandlen. Dermed reduceres dansk eksport af disse varer, mens importen til Danmark øges. Et yderligere bidrag til CO<sub>2</sub>e-lækage igennem udenrigshandlen kommer fra, at produktionen af varer gennemsnitligt er mere CO<sub>2</sub>e-intensiv i udlandet end i Danmark. Beregningerne viser, at højere CO<sub>2</sub>e-indhold i udlandets produktion bidrager med ca. 9 pct.point til lækageraten.

**... og markedet for fossile brændsler**

CO<sub>2</sub>e-lækage forekommer også igennem det internationale marked for fossile brændsler. CO<sub>2</sub>e-afgiften medfører i beregningerne, at efterspørgslen efter fossile brændsler falder i Danmark, hvilket giver anledning til et fald i verdensmarkedsprisen på disse. Det bidrager til en øget efterspørgsel efter fossile brændsler i udlandet og forårsager dermed CO<sub>2</sub>e-lækage.

**Stigning i udledninger fra EU's el- og varmesektor**

I EU stiger CO<sub>2</sub>e-udledningerne primært i el- og varmesektoren, hvilket blandt andet skyldes, at den danske import af el og varme stiger. Importen af el og varme øges i Danmark for at kompensere for faldet i den danske produktion. Samtidig substituerer virksomheder og forbrugere over mod input fra denne sektor og væk fra fossile brændsler. Den forholdsvis store stigning i udledningerne fra kvotesektorerne i EU kan også tilskrives effekterne igennem EU ETS. Det skyldes, at faldet i udledningerne fra de danske kvotesektorer i høj grad vil blive modsvaret af en stigning i udledningerne fra kvotesektorerne i resten af EU.

**Udledninger i EU's ikke-kvotesektorer begrænses**

De samlede udledninger fra ikke-kvotesektorerne i EU er relativt upåvirkede af den danske CO<sub>2</sub>e-afgift. Det skyldes, at målene om reduktion i mange EU-landes ikke-kvotesektorer bidrager til at begrænse lækagen. Dermed begrænses udflytningen af CO<sub>2</sub>e-intensiv produktion til nogle af Danmarks største samhandelspartnere indenfor EU. Udledningerne kan dog godt stige indenfor nogle af ikke-kvotesektorerne, så længe dette modsvares af et fald i udledningerne fra andre dele af ikke-kvotesektoren.

**CO<sub>2</sub>e-udledninger i lande udenfor EU er omtrent uændrede**

I landene udenfor EU er de samlede udledninger omtrent uændrede, hvilket dækker over stigninger i landbrugets udledninger og fald i udledninger fra udvinding af olie, gas og kul. Stigningen i landbrugets CO<sub>2</sub>e-udledninger skyldes blandt andet, at forbruget af landbrugspro-

dukter er relativt upåvirket af ændringer i priser og indkomst. Produktionsfaldet i Danmark skal derfor i rimelig høj grad modsvares af produktionsstigninger i udlandet. Landbrugsproduktionen er delvist begrænset i EU på grund af klimapolitikken for ikke-kvotesektorerne. Derfor forekommer størstedelen af produktionsstigningen, og de heraf afledte udledninger, i landene udenfor EU. Faldet i udledningerne i forbindelse med indvinding af olie, gas og kul i landene udenfor EU skal ses i lyset af, at efterspørgslen efter fossile brændsler samlet set falder i verden, inklusiv Danmark. Det medfører et fald i produktionen af fossile brændsler udenfor EU.

**CO<sub>2</sub>e-afgift mindsker dansk BNP**

Indførelsen af CO<sub>2</sub>e-afgiften fører i GTAP-E-modellen til, at dansk BNP falder med ca. 0,5 pct. Dette skyldes primært, at virksomhedernes produktionsomkostninger forøges, hvilket giver et fald i kapitalafkastet og et deraf følgende fald i kapitalapparatet i Danmark. Dette skal ikke tolkes som en vurdering af størrelsesordenen af effekterne af en CO<sub>2</sub>e-afgift på dansk økonomi, jf. diskussionen om GTAP-E-modellen i afsnit II.4.

**Produktion falder mest i CO<sub>2</sub>e-intensive virksomheder**

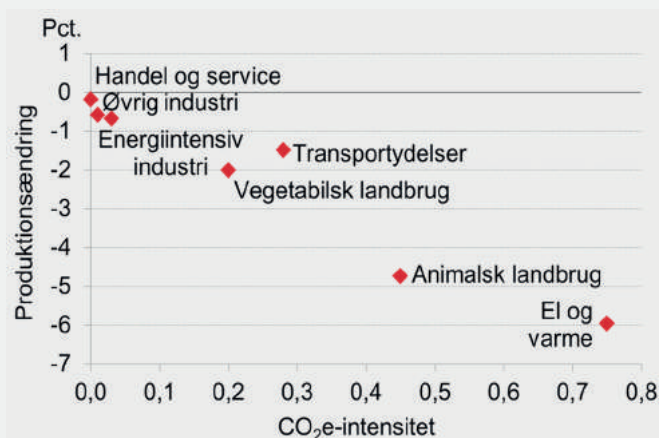
Faldet i BNP ved brug af GTAP-E dækker over betydelig forskel på, hvor stor en produktionsnedgang, de enkelte sektorer oplever. Produktionen falder mest i de sektorer, hvor CO<sub>2</sub>e-intensiteten er høj, og hvor CO<sub>2</sub>e-afgiften derfor udgør en relativt større del af virksomhedernes samlede omkostninger, jf. figur II.3.<sup>16</sup> Det bliver derfor attraktivt at flytte kapital og arbejdskraft over i de sektorer, hvor der er relativt få udledninger forbundet med produktionen, og hvor afgiften dermed ikke udgør så stor en omkostning. Der er dog ikke nogen sektorer, der oplever en stigning i produktionen, hvilket blandt andet afspejler et generelt fald i kapitalapparatet og indkomsten.

---

16) Landbrugssektoren er delt op i animalsk og vegetabilsk landbrug i denne figur for at fremhæve forskelle i CO<sub>2</sub>e-intensitet og produktionsreaktion mellem de to.

**FIGUR II.3 PRODUKTIONSÆNDRINGER OG CO<sub>2</sub>e-INTENSITET**

Figuren viser sammenhængen mellem de danske produktionssektors CO<sub>2</sub>e-intensitet i GTAP-databasen og den procentvise produktionsændring ved indførelsen af den ensartede CO<sub>2</sub>e-afgift.



Anm.: Produktionsændringen måles som den mængdemæssige procentvise ændring i produktionen i de danske sektorer. CO<sub>2</sub>e-intensiteten måles som ton CO<sub>2</sub>e pr. 1000 kr. BVT.

Kilde: GTAP-databasen og egne beregninger.

## EFFEKT PÅ LÆKAGERATEN AF KLIMAPOLITIK I UDLANDET

### Fem scenarier omkring udlandets klimapolitik

Det kan potentielt have stor betydning for lækageraten, hvad der antages om klimapolitikken for Danmarks samhandelspartnere både i og udenfor EU. I det følgende opstilles derfor fem alternativscenarier, som undersøger, hvordan forskellige forudsætninger om klimapolitikken påvirker lækagerater for dansk økonomi, jf. tabel II.3.

### Fire scenarier om effekterne i EU

Lækageraterne sammenlignes med grundscenariet, som blev præsenteret i figur II.2. Som beskrevet tidligere forudsættes det i grundscenariet, at en række EU-lande har begrænsninger på udledningerne fra deres ikke-kvotesektorer, og at dansk klimapolitik kun i begrænset omfang mindsker kvotemængden i EU ETS på lang sigt. I fire alternativscenarier undersøges derfor, hvordan antagelserne om EU's klimapolitik påvirker den danske lækagerate.

**TABEL II.3 FORUDSÆTNINGER I SCENARIER OM UDLANDETS KLIMAPOLITIK**

Tabellen beskriver forskelle i forudsætningerne i grundscenariet og i følsomhedsanalyserne forbundet med udlandets klimapolitik.

Scenarie	Beskrivelse
Grund-scenarie	<p><i>EU ETS:</i> Permanent reduktion af udledningerne fra de danske kvotesektorer bruges til at bestemme den langsigtede effekt på kvotemængden, svarende til en effekt på 17 pct., jf. boks II.4 i afsnit II.4.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Uden non-ETS	<p><i>EU ETS:</i> Langsigtet effekt på kvotemængden af en permanent reduktion (17 pct.).</p> <p><i>Non-ETS:</i> Ingen begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i EU.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Uden ETS	<p><i>EU ETS:</i> Ingen kvoteregulering i EU.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Midlertidig ETS effekt	<p><i>EU ETS:</i> Midlertidig reduktion (i årene 2020-2039) i udledningerne fra de danske kvotesektorer bruges til at bestemme effekten på kvotemængden i EU ETS på lang sigt. Effekten på den langsigtede kvotemængde er 57 pct., jf. boks II.4 i afsnit II.4.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Uden EU politik	<p><i>EU ETS:</i> Ingen kvoteregulering i EU.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Ingen begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i EU.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Parisaftale	<p><i>EU ETS:</i> Langsigtet effekt på kvotemængden af en permanent reduktion (17 pct.).</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Alle lande udenfor EU forudsættes at have begrænsninger på de samlede udledninger med undtagelse af Kina, Rusland, Indien og USA.</p>

**Midlertidig reduktion i kvotesektorer øger reduktion af kvotemængde i EU ETS**

Et af scenarierne undersøger, hvordan lækageraten påvirkes af, at danske reduktioner i kvotesektorerne har en større effekt på den langsigtede mængde af kvoter i EU ETS. Dette scenarie illustrerer konsekvensen af, at den danske klimapolitik midlertidigt reducerer danske udledninger fra kvotesektorerne i årene fra 2020 til 2039 i stedet for den permanente reduktion, der danner grundlag for effekten i grundscenariet. Med denne forudsætning er den langsigtede effekt på mængden af kvoter i EU ETS 57 pct. i stedet for en effekt på 17 pct. i grundscenariet, jf. boks II.4 i afsnit II.4.



**Et scenarie om begrænsninger udenfor EU**

I et scenarie om den såkaldte *Parisaftale* undersøges effekterne af, at nogle lande udenfor EU har bindende begrænsninger på udledningerne. I denne illustrative beregning forudsættes det, at alle lande udenfor EU, med undtagelse af Kina, Rusland, Indien og USA, har en sådan begrænsning i henhold til deres indmeldinger til Parisaftalen.

**Lækagerate stiger, hvis andre EU-lande kan øge udledninger i ikke-kvotesektorer**

I scenariet *Uden non-ETS* forudsættes, at der ikke er udledningsrestriktioner i ikke-kvotesektorerne i EU. Herved stiger lækageraten til godt 58 pct., når den ensartede CO<sub>2</sub>e-afgift på 100 kr. pr. ton indføres i Danmark, jf. tabel II.4. Når ikke-kvotesektorerne i andre EU-lande ikke er underlagt denne klimapolitiske begrænsning, kan de i højere grad øge produktionen som reaktion på, at CO<sub>2</sub>e-afgiften forværrer danske CO<sub>2</sub>e-intensive virksomheders konkurrenceevne. Det medfører derfor, at de samlede udledninger i ikke-kvotesektorerne i EU stiger, hvilket øger lækageraten.

**TABEL II.4 BETYDNING AF UDLANDETS KLIMAPOLITIK FOR LÆKAGERATEN**

Tabellen præsenterer de beregnede lækagerater for en ensartet afgift under forskellige forudsætninger om udlandets klimapolitik.

	Grund-scenarie	Uden non-ETS	Uden ETS	Midlertidig ETS effekt	Uden EU politik	Parisaftale
Lækagerate, pct.	52	58	14	30	19	53
<i>Forudsætninger i modellen</i>						
Permanent ETS effekt	ja	ja	nej	nej	nej	ja
Midlertidig ETS effekt	nej	nej	nej	ja	nej	nej
Non-ETS begrænsninger	ja	nej	ja	ja	nej	ja
Parisaftale-begrænsninger	nej	nej	nej	nej	nej	ja

Anm.: Under forudsætninger i modellen angiver "ja", at politikken er medtaget i modellen, mens "nej" betyder, at det er udeladt fra det givne scenarie.

Kilde: Egne beregninger.

**Stort fald i lækagerate uden EU ETS**

I scenariet *Uden ETS*, hvor effekten på kvotemængden i EU ETS ikke modelleres, falder lækageraten betydeligt til ca. 14 pct. Det viser, at størstedelen af Danmarks CO<sub>2</sub>e-lækage skyldes effekter igennem EU ETS. Den lavere lækagerate skyldes, at de udenlandske CO<sub>2</sub>e-udledninger – især indenfor EU – stiger mindre end i grundscenariet, mens reduktionen i de danske udledninger stort set er som i grundscenariet. Den mindre stigning i udledningerne i EU er næsten udelukkende et resultat af, at den europæiske produktion af el og varme stiger mindre end i grundscenariet.

<b>Større effekt på kvotemængden i EU ETS mindsker lækagerate</b>	I scenariet <i>Midlertidig ETS effekt</i> beregnes den langsigtede effekt på kvotemængden i EU ETS på baggrund af en midlertidig reduktion i udledningerne fra de danske kvotesektorer. Herved reduceres lækageraten for Danmark til 30 pct. Det skyldes, at udledningerne i de øvrige EU-landes kvotesektorer ikke stiger i samme grad, når udledningerne reduceres i de danske kvotesektorer.
<b>Klimapolitikken i EU øger lækageraten</b>	I scenariet <i>Uden EU politik</i> falder lækageraten til ca. 19 pct. Faldet i lækageraten er et resultat af de to modsatrettede effekter fra forudsætningerne omkring EU ETS og ikke-kvotesektorerne. Resultatet indikerer dermed, at effekten fra EU ETS er stærkere end effekterne fra begrænsningerne i ikke-kvotesektorerne.
<b>Parisaftalen kan begrænse udledninger ...</b>	Med Parisaftalen fra 2015 forpligtede 196 lande sig til at fremlægge nationale reduktionsbidrag, der skal bidrage til at reducere de globale drivhusgasudledninger. Det har betydning for Danmarks lækagerate, om de enkelte landes indmeldte reduktionsbidrag reelt medfører, at landene skal indføre tiltag, der begrænser CO <sub>2</sub> e-udledningen, dvs. om begrænsningen er bindende. Hvis begrænsningen ikke er bindende, betyder det, at landet kan øge udledninger i nogle sektorer, som reaktion på indførslen af en strammere regulering i Danmark, uden at skulle begrænse udledningerne andre steder i økonomien.
<b>... i lande udenfor EU</b>	Til brug for denne analyse er det antaget hvilke lande, der har bindende målsætninger på baggrund af UN Environment (2018). Konkret forudsættes i scenariet <i>Parisaftale</i> , at alle lande udenfor EU har en bindende begrænsning med undtagelse af Kina, Indien, USA og Rusland. <sup>17</sup> EU's indmelding til Parisaftalen antages at udgøre en bindende begrænsning på EU's samlede udledninger. Det forudsættes i dette scenarie, at EU's kvotesystem samt reglerne om udledninger i hvert lands ikke-kvotesektorer opfylder EU's reduktionsmålsætning i Parisaftalen. På den baggrund lægges der ikke yderligere begrænsninger på EU-landene end i grundscenariet.
<b>Parisaftale kan øge lækageraten for Danmark en smule</b>	Indførsel af udledningsrestriktioner på landene udenfor EU i henhold til Parisaftalen, giver i beregningerne en lille stigning i lækageraten til 53 pct. Det er umiddelbart kontraintuitivt, at en strammere klimapolitik i landene udenfor EU bidrager til at øge lækageraten. Forklaringen er,

17) Forudsætningen kan indebære, at begrænsningerne pålægges lande, som reelt ikke er bundet af Parisaftalen, og beregningerne skal derfor betragtes som illustrative. Kina, Indien og Rusland har alle indmeldt udledningsmål for 2030 som er højere end deres udledninger i 2015. Da det ikke har været muligt at få et estimat for deres udledninger i et "business-as-usual" scenarie i 2030, beror vurderingen af, at de ikke har bindende begrænsninger i henhold til Paris-aftalen, på sammenligning mellem deres indmeldte reduktionsmål og udledningerne i 2015.

at der i grundscenariet er en samlet reduktion i udledningerne fra disse lande, og derfor er lækageraten større i scenariet med Parisaftalen, hvor disse udledninger holdes konstante. I grundscenariet forbedres konkurrencedygtigheden for virksomheder i EU ETS, og derfor flytter produktion til de kvoteomfattede sektorer i EU fra lande udenfor EU.<sup>18</sup> Kvotesektorerne i EU er mindre CO<sub>2</sub>e-intensive, end de er udenfor EU. Derfor falder de globale udledninger indenfor disse sektorer i grundscenariet, hvilket giver anledning til det samlede fald i udledningerne fra gruppen af lande udenfor EU, som har bindende begrænsninger under Parisaftalen. I scenariet *Parisaftale* holdes de samlede udledninger uændrede for de lande udenfor EU, der forudsættes at have bindende begrænsninger, fordi det antages, at disse lande gennemfører klimapolitik, så de netop når deres indmeldte målsætninger.<sup>19</sup> Overordnet afspejler den lille ændring i lækageraten, at restriktioner i andre lande end EU som følge af Parisaftalen har en begrænset effekt på den samlede lækagerate i Danmark.

**Ingen lækage, hvis alle lande har bindende mål**

Den lille stigning i lækageraten for Danmark i scenariet med Parisaftalen gælder ikke, hvis der i beregningen indføres bindende begrænsninger på udledninger i alle verdens lande. I dette tilfælde fås en lækagerate på nul, dvs. det resultat, man logisk må forvente.<sup>20</sup>

**Større lækagerater end i tidligere analyser**

Beregningerne af den samlede lækagerate i grundscenariet indikerer, at lækageraten er højere for Danmark, end hvad der oftest findes i litteraturen for andre lande, jf. afsnit II.3. Lækageraten minder dog mere om tidligere analyser, når man ligesom i disse analyser ikke tager højde for klimapolitik i udlandet. Beregningerne viser også, at det specielt er inddragelse af EU ETS, der bidrager til den høje lækagerate. Dette er ikke en effekt, der tidligere er belyst i litteraturen. Endeligt viser beregningerne, at klimapolitikken for ikke-kvotesektorerne i EU bidrager til at mindske lækageraten.

18) Dette skyldes, at stigningen i udledningerne fra kvotesektorerne i resten af EU beregningsteknisk opnås ved at give et subsidium til CO<sub>2</sub>e-udledninger i disse sektorer. Det kan fortolkes som et fald i kvoteprisen, hvilket øger konkurrenceevnen for kvotesektorerne i resten af EU i forhold til resten af verden.

19) Beregningsteknisk holdes udledningerne uændrede ved at pålægge en CO<sub>2</sub>e-afgift. I dette scenarie pålægges en række lande udenfor EU en negativ afgift, altså et subsidium, hvilket tilskynder til at øge udledningerne i forhold til grundscenariet. Hvis der kun pålægges en positiv afgift på de lande, som skal begrænse udledningerne, vil lækageraten være lavere.

20) Lækageraten på nul fås i et scenarie, som ikke medtager effekter via EU ETS. Hvis effekter via EU ETS medtages, vil der fortsat være en positiv lækagerate for Danmark, da danske reduktioner i kvotesektoren delvist vil blive flyttet til kvotesektorerne i andre EU-lande.

## II.6

## SEKTORSPECIFIKKE LÆKAGERATER

Afsnit beregner  
sektorspecifikke  
lækagerater ...

I beregningen af den generelle lækagerate for Danmark er der betydelig forskel på, hvordan udledningerne påvirkes i forskellige dele af økonomien i både Danmark og udlandet. Det gør det relevant at beregne sektorspecifikke lækagerater, som præsenteres i dette afsnit. Afsnittet præsenterer først resultater fra et grundscenarie, som bygger på de samme forudsætninger som grundscenariet for den generelle lækagerate. Herefter præsenteres følsomhedsanalyser, der belyser effekterne af centrale forudsætninger i modellen.

... for syv danske  
sektorer

De sektorspecifikke lækagerater beregnes ved skiftevis at pålægge en afgift på syv overordnede sektorer, som blev beskrevet i afsnit II.4. Sektoropdelingen forsøger at afspejle, hvordan man meningsfyldt kan indrette dansk regulering af drivhusgasser for at tage højde for lækage.

CO<sub>2</sub>e-afgift  
pålægges en sektor  
ad gangen

I det foregående afsnit blev den generelle lækagerate beregnet ved at lægge en ensartet afgift på 100 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>e på stort set alle udledninger i Danmark, dvs. alle sektorer blev pålagt afgiften samtidigt. I dette afsnit beregnes de sektorspecifikke lækagerater ved skiftevis at lægge afgiften på én sektor ad gangen. For produktionssektorerne pålægges afgiften alle udledninger forbundet med produktionen, dvs. både udledninger forbundet med forbrug af fossile brændsler og øvrige udledninger forbundet med produktionen. De øvrige udledninger kan eksempelvis være metan og lattergas fra den animalske landbrugsproduktion. For forbrugssektoren afgiftspålægges alle udledninger forbundet med det private og offentlige forbrug af fossile brændsler. Lækageraterne udregnes på baggrund af ændringen i de samlede udledninger i Danmark og udlandet, uanset om ændringerne forekommer i den afgiftspålagte sektor eller andre sektorer, for at tage højde for generelle ligevægtseffekter i modellen.

### SEKTORSPECIFIKKE LÆKAGERATER I GRUNDSCENARIET

Store forskelle på  
sektorspecifikke  
lækagerater

Beregningerne indikerer, at der er store forskelle i lækageraterne på tværs af de syv sektorer. Den øvrige industri har den laveste lækagerate på -15 pct., mens landbruget har den højeste på 75 pct. med de antagelser, der er brugt i grundscenariet, jf. tabel II.5.

**TABEL II.5 SEKTORSPECIFIKKE LÆKAGERATER**

Tabellen angiver resultater fra beregningerne, hvor der skiftevis indføres en CO<sub>2</sub>e-afgift på hver af de syv sektorer.

	Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme	Transport-ydelser	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug
Lækagerate, pct.	75	72	68	11	1	-15	14
- heraf bidrag fra forskelle i CO <sub>2</sub> e-intensitet, pct.point	31	20	10	-7	0	-10	3
Samlede CO <sub>2</sub> e-udledninger, pct.	-0,7	-0,1	-3,3	-0,7	-0,4	-0,2	-0,3
Sektorens produktion, pct.	-3,3	-0,4	-6,0	-1,3	-0,0	-0,1	-

Anm.: De samlede CO<sub>2</sub>e-udledninger angiver den procentvise ændring i Danmarks samlede udledninger. Sektorens produktion angiver den procentvise produktionsændring i den danske sektor, hvor afgiften indføres.

Kilde: Egne beregninger.

#### Sektorspecifikke afgifter reducerer danske udledninger ...

Sektorspecifikke CO<sub>2</sub>e-afgifter mindsker i alle tilfælde de samlede udledninger af drivhusgasser i Danmark. Afgifter på de sektorer, der har de største initiale udledninger, giver størst reduktion i de danske udledninger. Det skyldes, at mængden af udledninger, der beskattes, er relativt større. Ved en afgift på el- og varmesektoren, som initialt har de største udledninger på 16,3 mio. ton, jf. tabel II.2 i afsnit II.4, ses således det største fald på 3,3 pct. af de samlede danske udledninger. Omvendt er faldet i udledningerne mindst ved en afgift på den energiintensive industri, hvor de initiale udledninger er mindst.

#### ... og produktion

Alle sektorer oplever en nedgang i produktionen, når de pålægges en afgift, fordi produktionsomkostningerne stiger. Dette angives ved sektorens produktionsændring, som måler den procentvise ændring i produktionen fra den danske sektor, hvor afgiften pålægges. Produktionsnedgangen er i høj grad relateret til sektorernes CO<sub>2</sub>e-intensitet. Det skyldes, at indførelse af CO<sub>2</sub>e-afgiften medfører en større stigning i omkostningerne pr. produceret enhed i de virksomheder, hvor CO<sub>2</sub>e-intensiteten er høj. Omvendt påvirkes produktionsomkostningerne i sektorer med lav CO<sub>2</sub>e-intensitet i begrænset omfang af afgiften. Derfor mindskes produktionen mest i el- og varmesektoren, med ca. 6,0 pct., hvor CO<sub>2</sub>e-intensiteten er højest, og mindst i handel og service, med mindre end 0,1 pct., hvor CO<sub>2</sub>e-intensiteten er lavest.

**Forskel på sektorers evne til at substituere væk fra CO<sub>2</sub>e-intensive input**

Faldet i produktionen afspejler blandt andet, i hvor høj grad virksomhederne kan mindske deres udledninger ved at substituere væk fra CO<sub>2</sub>e-intensive input i produktionen. Eksempelvis er mange af udledningerne fra landbruget forbundet med produktionsmængden af f.eks. animalske produkter, og derfor kan man i mindre grad skifte fra CO<sub>2</sub>e-intensive produktionsinput til mindre CO<sub>2</sub>e-intensive input i landbruget. Det er blandt andet derfor, at produktionen falder betydeligt mere i landbruget, end det er tilfældet for sektoren for transportydelser, selvom reduktionen i de samlede udledninger er omtrent ens for de to afgifter.

**Kvotesektorer har høj lækagerate**

Energiintensiv industri samt el- og varmesektoren tilhører kvotesektoren. Reduktioner af udledningen af drivhusgasser i Danmark mindsker kun i begrænset omfang den langsigtede mængde af kvoter i EU ETS. Effekten er beregnet på baggrund af modellen for EU ETS i De Økonomiske Råds formandskab (2018). Det betyder, at størstedelen af reduktionerne i kvotesektorerne i Danmark modsvares af stigninger i udledninger indenfor EU ETS i de øvrige EU-lande. Det er den primære grund til, at lækageraterne er høje, på hhv. 72 pct. og 68 pct., for den energiintensive industri samt el- og varmesektoren.

**Begrænsninger i EU påvirker lækagerate for ikke-kvotesektorer**

De fleste ikke-kvotesektorer har lave lækagerater. De lave lækagerater afspejler blandt andet, at nogle EU lande har bindende begrænsninger på deres udledninger fra ikke-kvotesektorerne. Begrænsningen bevirker, at de samlede udledninger fra hvert af disse landes ikke-kvotesektorer ikke kan stige, når CO<sub>2</sub>e-afgiften indføres i Danmark. Denne begrænsning for nogle af Danmarks største handelspartnere trækker i retning af at begrænse lækageraterne for ikke-kvotesektorerne.

**Lækageraten er høj i landbruget ...**

Landbruget har imidlertid en høj lækagerate, selvom landbruget er en del af ikke-kvotesektoren. Det skyldes primært tre forhold. For det første er forbruget af landbrugsprodukter på verdensplan relativt lidt følsomt overfor ændringer i pris og indkomst. Det gør, at den globale produktion af fødevarer i mindre grad påvirkes af afgiften, end det er tilfældet for andre sektorer. For det andet falder produktionen i det danske landbrug relativt meget i forhold til, hvor meget de danske udledninger reduceres med. Det skyldes, at landbruget ikke i samme grad kan substituere over mod andre inputs for at mindske udledningerne. Når det danske produktionstab i høj grad skal modsvares af en produktionsstigning i udlandet for at tilfredsstille efterspørgslen giver dette i højere grad anledning til lækage end det er tilfældet for andre sektorer. For det tredje er CO<sub>2</sub>e-intensiteten i den animalske landbrugsproduktion udenfor EU ca. dobbelt så høj som i Danmark. CO<sub>2</sub>e-afgiften rammer især det danske animalske landbrug, så når

	<p>denne produktion udflyttes til lande udenfor EU, trækker forskelle i CO<sub>2</sub>e-intensitet i retning af en høj lækagerate. Beregningerne viser, at 31 pct. point af lækageraten kan tilskrives, at CO<sub>2</sub>e-intensiteterne er større i udlandet end i Danmark. Det har til gengæld en dæmpende effekt på lækageraten, at der er begrænsninger på udledningerne i ikke-kvotesektorerne i nogle EU-lande. For landbruget er der også en begrænset substitution væk fra energiinputs. Derfor er lækagen gennem markedet for fossile brændsler mindre end for andre sektorer.</p>
<b>Lav lækagerate for handels- og servicesektoren</b>	<p>Handels- og servicesektoren har en relativt begrænset lækagerate på 1 pct. Den primære forklaring herpå er, at serviceydelser i beskeden omfang handles internationalt. Sektoren er dermed ikke i samme omfang som de andre sektorer udsat for international konkurrence, og dermed vil produktionen ikke i samme grad flytte til udlandet, når afgiften indføres i Danmark.</p>
<b>Lækageraten er negativ for den øvrige industri</b>	<p>Analyserne tyder på, at lækageraten er negativ for den øvrige industri. Dette skyldes, at de samlede udledninger i udlandet <i>reduceres</i>. CO<sub>2</sub>e-afgiften i Danmark giver øvrig industri i udlandet en komparativ fordel relativt til Danmark. Produktionen øges derfor i den øvrige industri i udlandet, hvilket isoleret set øger CO<sub>2</sub>e-udledningerne i udlandet. Stigningen i produktionen i den øvrige industri i udlandet lægger imidlertid beslag på en større del af den tilgængelige kapital og arbejdskraft i udlandet, og produktionen reduceres derfor i den resterende del af økonomien i udlandet. Det medfører isoleret set et fald i CO<sub>2</sub>e-udledningerne i udlandet. Da CO<sub>2</sub>e-intensiteten i resten af økonomien er højere end i øvrig industri, er faldet i CO<sub>2</sub>e-udledningerne i resten af økonomien større end stigningen i udledningerne i øvrig industri. Resultatet er et fald i de samlede udenlandske udledninger og dermed en negativ lækagerate.</p>
<b>Lækage for forbrug sker igennem markedet for fossile brændsler</b>	<p>Lækageraten beregnes til 14 pct., når CO<sub>2</sub>e-afgiften pålægges udledninger forbundet med privat og offentligt forbrug af fossile brændsler. Stigningen i udlandets udledninger forårsages igennem markedet for fossile brændsler, hvor prisen falder på grund af en efterspørgselsreduktion i Danmark. Det tilskynder virksomheder og husholdninger i udlandet til at efterspørge flere fossile brændsler.</p>
<b>Grænsehandel vurderes at have lille effekt på lækagerater</b>	<p>Der argumenteres ofte for, at en afgift på brug af benzin i Danmark vil kunne give anledning til øget grænsehandel i form af køb af benzin i Tyskland og Sverige, jf. f.eks. Skatteministeriet (2017). En stigning i danskeres køb af benzin i Tyskland og Sverige vil implicere, at udledningerne i disse lande stiger. GTAP-E-modellen tager ikke eksplicit højde for grænsehandel. Det er dog ikke oplagt, at udeladelsen af grænsehandlen har nævneværdig betydning for de beregnede læka-</p>

gerater. Det skyldes, at både Sverige og Tyskland er underlagt bindende begrænsninger for deres samlede udledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030. Det betyder, at der ikke i praksis kan forventes at finde en merudledning sted i disse lande som følge af øget grænsehandel.<sup>21</sup> Hvis danskere øger deres køb af benzin i Tyskland og Sverige, er disse lande nødt til at indføre andre tiltag, der mindsker deres udledninger, for at nå deres aftalte målsætning.

## FØLSOMHEDSANALYSER PÅ UDLANDETS KLIMAPOLITIK

### Klimapolitik i udlandet kan påvirke sektorspecifikke lækagerater

Ligesom med den generelle lækagerate kan forudsætningerne omkring klimapolitikken i udlandet have betydning for de sektorspecifikke lækagerater. I det følgende undersøges derfor effekten af, at Parisaftalen lægger en bindende begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU. Herudover beregnes lækageraterne, når effekten igennem EU ETS beregnes på baggrund af en midlertidig reduktion i udledningerne fra de danske kvotesektorer. Antagelserne bag de to følsomhedsanalyser er de samme som for den generelle lækagerate.

### Effekt på kvotemængde i EU ETS påvirker kvotesektorer

I scenariet *Midlertidig ETS effekt* falder lækageraterne betragteligt for kvotesektorerne, mens effekten er begrænset for ikke-kvotesektorerne. Scenariet illustrerer konsekvensen af, at den danske klimapolitik midlertidigt reducerer danske udledninger fra kvotesektorerne i årene 2020-2039. Det giver anledning til et større fald i mængden af kvoter i EU ETS, end det er tilfældet i grundscenariet, hvor reduktionen forudsættes at være permanent, jf. boks II.4 i afsnit II.4. Dermed kan udledningerne fra kvotesektorerne i de øvrige EU-lande ikke stige i samme grad, når udledningerne mindskes fra kvotesektoren i Danmark. Beregningerne indikerer dermed, at en reduktion af udledningerne fra kvotesektorerne på kort sigt i mindre grad giver anledning til lækage.

### Forskel på effekter af Parisaftale for ikke-kvotesektorer

For ikke-kvotesektorerne er der forskel på, hvordan scenariet omkring Parisaftalen påvirker de sektorspecifikke lækagerater. Lækageraten for landbruget er betydeligt mindre i dette scenarie end i grundscenariet, og lækageraterne for handel og service samt forbruget mindskes også af begrænsningerne i Parisaftalen. Omvendt er lækageraten for den øvrige industri større end i grundscenariet, mens lækageraten for transportydelser er omtrent uændret, jf. tabel II.6.

21) Der kan dog være effekter af grænsehandel igennem en ændring i skatteprovenuet, som ikke tages højde for i nærværende analyser. Isoleret set trækker udeladelsen af disse i retning af en overvurdering af lækageraten, fordi indkomsten i Danmark overvurderes. En lavere indkomst vil umiddelbart trække i retning af lavere forbrug og også dermed lavere udledninger.



**TABEL II.6 FØLSOMHEDSANALYSER FOR SEKTOR-SPECIFIKKE LÆKAGERATER**

Tabellen viser sektorspecifikke lækagerater under forskellige antagelser omkring udlandets klimapolitik.

	Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme	Transport-ydelser	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug
	----- pct. -----						
Grundscenarie	75	72	68	11	1	-15	14
Midlertidig ETS effekt	74	47	31	11	4	-14	15
Parisaftale	27	76	79	12	-2	-7	9

Anm.: Tabellen viser sektorspecifikke lækagerater under forskellige antagelser om udlandets klimapolitik.

Kilde: Egne beregninger.

#### Lækagerate mindskes for landbrug ...

Den store reduktion af landbrugets lækagerate under Parisaftalen skal blandt andet ses i lyset af, at landbrugets lækagerate er betydeligt større, end den er for de øvrige ikke-kvotesektorer i grundscenariet. Når udledningerne i de fleste EU landes ikke-kvotesektorer er begrænset af den europæiske klimapolitik, er udledningsstigninger i ikke-kvotesektorerne udenfor EU den primære kilde til lækage. Når udledningerne fra mange af disse lande holdes konstante i scenariet med Parisaftalen, giver det et betragteligt fald i lækageraten for landbruget. Det indikerer, at der er en betydelig usikkerhed forbundet med lækageraten for landbruget, som afhænger af reduktionsmålsætningerne i resten af verden.

#### ... men øges for kvotesektorer

De sektorspecifikke lækagerater for de to kvoteomfattede sektorer (energiintensiv industri samt el og varme) er større i scenariet med Parisaftalen end i grundscenariet. Som beskrevet i afsnit II.5 er årsagen til dette kontraintuitive resultat, at udledningerne falder i grundscenariet fra gruppen af lande udenfor EU, som antages at få bindende begrænsninger i henhold til Parisaftalen. I scenariet med Parisaftalen, hvor udledningerne fra disse lande holdes konstante, er de samlede udledninger fra denne gruppe lande derfor større end i grundscenariet, hvilket giver højere lækagerater.

**Lækagerate for øvrig industri stiger**

Den øvrige industris lækagerate falder til -7 pct. i scenariet med Parisaftalen. Dermed er lækageraten større for denne sektor under Parisaftalen end i grundscenariet, ligesom det er tilfældet for kvotesektorerne. Grunden hertil er ligeledes, at udledningerne fra Parisaftale-landene falder i grundscenariet men fastholdes i scenariet med Parisaftalen, hvor udledningerne skal være uændrede.

**FØLSOMHEDSANALYSER PÅ GTAP'S OPGØRELSE AF UDLEDNINGER**

**Mangler i GTAP-databasens opgørelse af CO<sub>2</sub>e for nogle sektorer**

For enkelte sektorer er der nogle udledninger, som ikke er medtaget i GTAP-dabasens opgørelse. Herudover er der sektorer, hvor der er sket væsentlige ændringer i udledningerne siden 2011, som er basisåret for GTAP-databasen. Forholdene drejer sig især om udledninger fra landbruget, cementproduktionen samt el- og varmesektoren. Det følgende præsenterer følsomhedsanalyser, som illustrerer effekterne af disse forhold på de sektorspecifikke lækagerater samt på den generelle lækagerate.

**Følsomhedsanalyser med justeringer af GTAP-databasen**

Følsomhedsanalyserne bygger i flere tilfælde på justeringer af GTAP-databasen, hvilket medfører brud med det sæt af indbyrdes principper, som ligger bag konstruktionen af GTAP-databasen. Af denne grund er justeringerne ikke medtaget i grundscenariet, men præsenteres i stedet som følsomhedsanalyser, der indikerer en retning og en størrelsesorden på den usikkerhed, som er forbundet med de identificerede mangler i GTAP-databasen.

**To forhold undersøges for landbruget**

Der er to forhold vedrørende landbrugets udledninger, hvis effekt forsøges vurderet gennem en følsomhedsanalyse. For det første er landbrugets udledninger fra ændringer i jordens kulstofbalance, de såkaldte LULUCF-udledninger, ikke er medtaget i GTAP-dabasens opgørelse, jf. tabel II.7. For det andet er udledningerne af lattergas (N<sub>2</sub>O) fra dansk landbrug lavere i GTAP-databasen end i Danmarks Statistiks opgørelse. I følsomhedsanalysen beregnes lækagerater, når der korrigeres for disse to forhold. LULUCF-udledningerne inkluderes for både Danmark og udland, og justeringen kan dermed give mere realistiske lækageeffekter for landbruget i modellen. Omvendt justeres udledningerne af lattergas kun for Danmark. Såfremt udledningerne af lattergas i GTAP-databasen også afviger fra de nationale opgørelser i andre lande, giver dette ikke nødvendigvis mere realistiske lækageeffekter for landbruget.

**TABEL II.7 FORUDSÆTNINGER I FØLSOMHEDSANALYSER**

Tabellen beskriver forudsætningerne bag følsomhedsanalyser på GTAP's opgørelse af CO<sub>2</sub>e-udledninger.

Scenarie	Beskrivelse	Korrektion
<i>Følsomhedsanalyse for landbrug</i>		
Inklusiv LULUCF og øgede lattergasudledninger	CO <sub>2</sub> e-udledningerne forbundet med produktionen i dansk landbrug øges med ca. 3,3 mio. ton i henhold til opgørelsen af LULUCF-udledninger, jf. Nielsen m.fl. (2018). Udledningerne fordeles proportionalt mellem vegetabilsk og animalsk landbrug med deres brug af landbrugsjord. Herudover øges udledningerne i resten af verden med skøn for deres LULUCF-udledninger på baggrund af data fra FAOSTAT-databasen.	Danmark og udland (LULUCF)
	Udledningerne af lattergas (N <sub>2</sub> O) fra dansk landbrug øges, så de svarer til opgørelsen i Danmarks Statistik. De danske udledninger af lattergas i landbruget er ca. 20 pct. lavere i GTAP's database end i Danmarks Statistiks opgørelse for 2011.	Kun Danmark (lattergas)
<i>Følsomhedsanalyse for energiintensiv industri (cementproduktion)</i>		
Øgede udledninger i cementproduktion	CO <sub>2</sub> -udledningerne forbundet med cement- og kalkstensproduktion i Danmark øges med ca. 0,9 mio. ton. I udlandet øges udledningerne under forudsætning af, at udledningsintensiteterne forbundet med denne produktion er de samme i udlandet som i Danmark. I den anvendte GTAP-aggregering indgår cementproduktion som en del af den energiintensive industri.	Danmark og udland
<i>Følsomhedsanalyse for el- og varmesektoren</i>		
Lavere CO <sub>2</sub> e-intensitet i el og varme	Udledningerne mindskes med 44 pct. i den danske el- og varmesektor, mens produktionen holdes uændret. Faldet i udledningerne svarer til det fald, der ifølge Danmarks Statistik har været fra sektoren fra 2011 til 2015. Det gøres ved at give et subsidie til kapital i sektoren og pålægge en afgift på brugen af kul. Modeleringen kan fortolkes som en kortsigtet effekt, hvor en større VE-andel opnås igennem VE-støtte.	Kun Danmark
Anm.: Følsomhedsanalyserne er nærmere beskrevet i dokumentationsnotatet til kapitlet, hvor der også er præsenteret supplerende følsomhedsanalyser.		

**Landbrugets udledninger har begrænset effekt på generel lækagerate**

Følsomhedsanalyserne indikerer, at den generelle lækagerate ikke påvirkes af antagelserne om LULUCF- og lattergasudledninger fra landbruget, jf. tabel II.8. Intuitionen bag resultatet er, at landbrugets udledninger udgør en relativt lille andel (ca. 14 pct.) af Danmarks samlede udledninger. Derfor har de en begrænset effekt på den generelle lækagerate.

**TABEL II.8 FØLSOMHEDSANALYSER PÅ GTAP'S OPGØRELSE AF UDLEDNINGER**

Tabellen viser beregnede generelle og sektorspecifikke lækagerater for følsomhedsanalyser på GTAP's opgørelse af udledninger for udvalgte sektorer.

	Generel lækage- rate	Sektorspecifik læ- kagerate		
		Landbrug	Energiinten- siv industri	El og varme
		----- pct. -----		
<b>Grundscenarie</b>	<b>52</b>	<b>75</b>	<b>72</b>	<b>68</b>
<i>Følsomhedsanalyse for landbrug</i>				
Inklusiv LULUCF og øgede latter- gasudledninger	52	65	-	-
<i>Følsomhedsanalyse for energiintensiv industri</i>				
Øgede udledninger i cementpro- duktion	52	-	84	-
<i>Følsomhedsanalyse for el- og varmesektoren</i>				
Lavere CO <sub>2</sub> e-intensitet i el og varme	45	-	-	95

Anm.: Forudsætningerne bag scenarierne er beskrevet i tabel II.7.

Kilde: Egne beregninger.

#### LULUCF- og N<sub>2</sub>O- udledninger kan sænke landbrugets lækagerate

Den sektorspecifikke lækagerate for landbruget påvirkes imidlertid i højere grad af forudsætningerne omkring LULUCF- og N<sub>2</sub>O-udledninger. Lækageraten for landbruget falder til 65 pct., hvis man medtager LULUCF-udledninger i både Danmark og udlandet samt opjusterer udledningerne af lattergas for Danmark. Faldet i lækageraten skyldes, at det danske landbrug i denne beregning er mere CO<sub>2</sub>e-intensivt end i grundscenariet. Det leder til, at en given dansk produktionsændring nu fører til en større ændring i de danske udledninger. Det trækker i retning af en lavere lækagerate. Denne effekt modgås dog i nogen grad af, at CO<sub>2</sub>e-intensiteten også øges i udlandet.

**Medtagelse af udledninger fra cementproduktion ...**

GTAP-databasens opgørelse indeholder ikke CO<sub>2</sub>-udledninger, der opstår i forbindelse med opvarmning af kalksten i cementproduktionen, som i modellen indgår i den energiintensive industri. Følsomhedsanalysen beregner derfor lækagerater, når disse udledninger inkluderes for Danmark og udlandet. Udlandets udledninger justeres under forudsætning af, at udledningsintensiteterne forbundet med denne produktion er de samme som i Danmark. Såfremt denne forudsætning ikke er retvisende, giver beregningen ikke nødvendigvis mere realistiske lækageeffekter for den energiintensive industri. Inklusion af udledningerne ved cementproduktion påvirker kun i mindre grad den generelle lækagerate, hvilket ligesom med landbruget skal ses i lyset af, at udledningerne fra den energiintensive industri udgør en relativt beskeden andel af Danmarks samlede udledninger.

**... øger lækagerate for energiintensiv industri**

Når udledningerne tillægges cementproduktionen i Danmark og udlandet, stiger den sektorspecifikke lækagerate for den energiintensive industri fra 72 pct. i grundscenariet til 84 pct. Dette kan synes kontraintuitivt, idet en tilsvarende inklusion af flere udledninger i landbruget gav anledning til et fald i lækageraten. Forklaringen på dette er, at de ekstra udledninger er pålagt produktionsmængden, hvorimod de fleste andre udledninger fra den energiintensive industri stammer fra afbrænding af fossile brændsler. De ekstra udledninger kan derfor kun reduceres i Danmark, hvis sektoren mindsker produktionen. Det giver anledning til, at den danske produktion i den energiintensive industri falder mere, end det er tilfældet i grundscenariet. Isoleret set trækker det i retning af en højere lækagerate, fordi produktionen i højere grad foregår i udlandet. Samtidig bidrager den øgede CO<sub>2</sub>e-intensitet i resten af verden til, at lækageraten øges for denne sektor.

**Udledninger er faldet i el- og varmesektoren fra 2011 til 2015**

Følsomhedsanalysen for el- og varmesektoren motiveres af, at der er et fald på 44 pct. i udledningerne fra den danske el- og varmesektor fra 2011, som er basisåret i GTAP-databasen, til 2015 i Danmarks Statistiks opgørelse. Faldet i udledninger af drivhusgasser afspejler blandt andet en gradvis udfasning af kul og en højere andel af vedvarende energi (VE), blandt andet forårsaget af teknologisk modning af VE-teknologier såvel som støtte til disse teknologier. Den væsentlig større CO<sub>2</sub>e-intensitet i 2011 for el- og varmesektoren i forhold til senere år kan have betydning for lækageraten.

**Scenarie om lavere CO<sub>2</sub>e-intensitet i el- og varmesektoren ...**

Lækageraterne er derfor beregnet i en følsomhedsanalyse, hvor der i udgangspunktet er opnået en øget VE-andel igennem støtte til VE, og hvor der er opnået et mindsket kulforbrug igennem en afgift herpå. Det bemærkes, at der ikke ændres på produktion, udledninger, teknologi eller tilskudsordninger udenfor Danmark. I realiteten må det forventes, at teknologiske fremskridt indenfor VE også på sigt kan bi-

drage til at sænke CO<sub>2</sub>e-intensiteten i andre landes el- og varmesektorer. Såfremt udledningsintensiteterne i udlandet også er faldet siden 2011, giver dette scenarie ikke nødvendigvis mere retvisende lækageeffekter for el- og varmesektoren.

**... reducerer generel lækagerate**

I dette scenarie mindskes den generelle lækagerate til 45 pct. Intuitionen bag faldet er, at udledningerne i el- og varmesektoren i dette scenarie udgør en mindre andel af Danmarks samlede udledninger. El- og varmesektoren er en af de sektorer, der har en høj lækagerate, og bidrager til at trække den generelle lækagerate op. Når udledningerne fra denne sektor mindskes, bliver sektorens "andel" af den samlede lækagerate mindre, hvilket får den generelle lækagerate til at falde. Den sektorspecifikke lækagerate for el- og varmesektoren øges til 95 pct. fra 68 pct. i grundscenariet.<sup>22</sup> Forklaringen herpå er, at den lavere CO<sub>2</sub>e-intensitet i Danmark giver en større forskel imellem CO<sub>2</sub>e-intensiteterne i Danmark og udlandet. For en given produktionsforøgelse i udlandet øges udledningerne derfor mere i forhold til det danske udledningsfald, end det er tilfældet i grundscenariet.

## SAMMENFATNING

**Beregninger angiver spænd for lækagerater, ...**

Beregningerne i dette kapitel angiver en række skøn for den generelle lækagerate og de sektorspecifikke lækagerater for Danmark. Størrelsen på lækageraterne afhænger af forudsætninger om udlandets klimapolitik og datamæssige justeringer af GTAP-databasen. De forskellige forudsætninger giver derfor anledning til spænd for lækageraternes størrelser, jf. tabel II.9.

**... som baseres på forskellige forudsætninger**

I spændene indgår de beregnede lækagerater i scenariet om Parisaftalen. Lækageraterne beregnet i scenarierne med alternative forudsætninger om EU ETS og uden restriktionerne på udledningerne fra ikke-kvotesektorerne medtages ikke i spændene. Det skyldes, at disse scenarier alene var medtaget for at illustrere betydningen af EU's klimapolitik. Spændene inkluderer til gengæld de beregnede lækagerater fra de netop præsenterede scenarier, hvor der foretages justeringer til GTAP-databasen. Justeringerne af GTAP-databasen har den fordel, at udledningerne i højere grad er i overensstemmelse med andre opgørelser fra blandt andet Danmarks Statistik. Ulempen

<sup>22</sup>) Dette kan opfattes som et scenarie, hvor en større VE-andel er opnået igennem VE-støtte. Hvis man i stedet har opnået faldet i el- og varmesektorens udledninger på 44 pct. igennem en forøgelse af kapitalapparatet, øges den sektorspecifikke lækagerate til 87 pct. i stedet for 95 pct. Dette scenarie kan opfattes som en langsigtet effekt, hvor VE-teknologi er blevet mere produktiv relativt til teknologier, der bruger fossile brændsler.

herved er imidlertid, at justeringerne bryder med de indbyrdes principper, som skaber konsistens i GTAP-databasen. Det er derfor ikke entydigt, om justeringerne af GTAP-databasen fører til mere realistiske lækagerater for Danmark.

**TABEL II.9 SPÆND FOR LÆKAGERATER**

Tabellen viser spænd for den generelle og de sektorspecifikke lækagerater.

	Generel lækagerate	Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme	Transport- ydelser	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug
	----- pct. -----							
Lav	<b>45</b>	27	72	68	11	-2	-15	9
Grundscenarie	<b>52</b>	75	72	68	11	1	-15	14
Høj	<b>53</b>	75	84	95	12	1	-7	14

Anm.: Lav og høj viser resultaterne fra udvalgte scenarier, som danner det mest realistiske spænd for danske lækagerater. Spændene inkluderer beregningerne i grundscenariet, scenariet om Parisaftalen og scenarierne, hvor der foretages justeringer af GTAP-databasen.

Kilde: Egne beregninger.

#### Forskel i lækagerater på tværs af dansk økonomi

Beregningerne indikerer, at lækageraten for Danmark er højere, end hvad der ofte er fundet i litteraturen for andre lande. Beregningerne tyder på, at den generelle lækagerate for Danmark er mellem 45 pct. 53 pct. Beregningerne viser også store forskelle i lækageraterne for forskellige sektorer i dansk økonomi. Lækageraterne beregnes til at være høje for de to kvotesektorer (energiintensiv industri samt el- og varmeproduktionen) og formentlig også for landbruget. Omvendt peger resultaterne på, at lækageraterne er relativt lave for de øvrige ikke-kvotesektorer. Der er betydeligt usikkerhed omkring størrelsen på lækageraten for landbruget, hvilket især skyldes usikkerhed om, hvor ambitiøs klimapolitikken forventes at blive i landene udenfor EU. For kvotesektorerne er der også en vis usikkerhed omkring lækageraterne. Det skyldes primært, at GTAP-databasen i nogle aspekter afviger fra opgørelserne i andre datakilder, og at GTAP-databasens opgørelse af 2011 ikke afspejler nuværende danske forhold.

## II.7

# BEGRÆNSNING AF LÆKAGE FRA IKKE-KVOTESEKTOREN

**Øges den globale  
reduktion af CO<sub>2</sub>e,  
hvis danske afgifter  
tager højde for  
lækage?**

Modelberegningerne i de foregående afsnit tyder på, at der er betydelige forskelle i lækageraterne på tværs af forskellige sektorer i Danmark. Dermed vil de globale udledninger reduceres mere, når udledningerne reduceres i danske sektorer med lave lækagerater, end når udledningerne reduceres i danske sektorer med høje lækagerater. Hvis der i Danmark er et ønske om at reducere de globale udledninger mere, end hvad der følger af den pålagte nationale reduktionsforpligtigelse og den langsigtede nationale målsætning, kan dette opfattes som en supplerende målsætning i klimapolitikken. En sådan supplerende målsætning gør det relevant at vurdere, om et afgiftssystem, som tager højde for de store forskelle i lækage i forskellige danske sektorer, kan øge effekten på de globale udledninger. Det er også relevant at vurdere, hvad meromkostningen er ved en sådan politik.

**Beregning for ikke-  
kvotesektor  
illustrerer effekt af  
lækagekorrigerede  
afgifter**

I dette afsnit præsenteres derfor beregninger, som illustrerer forskellen på de globale udledninger og de samfundsøkonomiske omkostninger ved dansk klimapolitik, som enten ignorerer eller tager højde for forskelle i lækagerater for forskellige sektorer. Konkret ses på omkostningen ved øget reduktion af globale drivhusgasudledninger i forbindelse med opnåelse af 2030-målet for udledning af drivhusgasser fra den danske ikke-kvotesektor.

## METODE

**Der skelnes mellem  
to typer regulering i  
beregningerne**

Der skelnes i analysen mellem to typer af regulering af udledninger af CO<sub>2</sub>e fra Danmark. Den ene type regulering har alene fokus på at minimere de danske omkostninger ved at opnå en given national målsætning om (eller internationalt aftalt forpligtelse til) at mindske udledningen af drivhusgasser fra dansk territorium. Den anden type regulering sigter mod omkostningseffektivt at opnå globale reduktioner, samtidig med at Danmark opnår den givne nationale målsætning for reduktionen af sine nationale udledninger af drivhusgasser.

**Afgifter med og  
uden korrektion for  
forskelle i lækage**

Grundlæggende opnås de billigste nationale reduktioner ved at sikre ensartede marginale omkostninger på *nationale* udledninger på tværs af forskellige sektorer. Denne regulering tager dermed ikke højde for forskelle i lækage mellem forskellige sektorer. Tilsvarende kan der argumenteres for, at de billigste globale reduktioner opnås ved at



sikre, at de marginale omkostninger ved *globale* reduktioner er ens på tværs af sektorer, jf. afsnit II.2. Det betyder i praksis, at afgiften på udledning af CO<sub>2</sub>e skal være mindre i sektorer med høj lækage, mens der tilsvarende skal være højere afgifter i sektorer med lavere lækage.<sup>23</sup> Samfundsøkonomisk vil det være dyrere at opnå en national målsætning med lækagekorrigerede afgifter. Til gengæld opnås en større endelig effekt på de globale udledninger. I boks II.6 er der en illustration af effekten af de to typer regulering.

**Opnåelse af reduktion på 39 pct. i ikke-kvoteseक्टर**

I det følgende vurderes effekten på globale udledninger og samfundsøkonomiske omkostninger ved at nå målet om en 39 pct. reduktion i udledningen af drivhusgasser i ikke-kvotesektoren i 2030 i forhold til 2015. Der skelnes mellem politik, hvor målet alene er at minimere omkostningerne ved at reducere nationale udledninger (svarende til punkt a i figuren i boks II.6), og politik, der som supplerende målsætning ønsker at reducere de globale udledninger omkostnings-effektivt (svarende til punkt b i figuren).

**Bygger videre på analyser fra sidste års miljøøkonomiske rapport**

De præsenterede beregninger bygger videre på en analyse i De Økonomiske Råds formandskab (2018). I denne analyse blev der foretaget beregninger af de samfundsøkonomiske omkostninger ved at opfylde Danmarks forpligtelse for udledningsreduktioner i ikke-kvotesektoren frem mod 2030 på den samfundsøkonomisk billigste måde (svarende til punktet a i figuren i boks II.6).

**Opgørelse af omkostningerne ved at reducere udledning af CO<sub>2</sub>e**

Til dette formål blev de samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere udledningerne af CO<sub>2</sub>e i 2030 for de forskellige dele af ikke-kvotesektoren beregnet. Konkret blev de marginale samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger opgjort for personbiler, landbruget og den øvrige del af ikke-kvotesektoren, jf. figur II.4. De forbehold for omkostningskurverne, som er beskrevet i De Økonomiske Råds formandskab (2018) gælder også for den nærværende analyse.<sup>24</sup>

23) I en generel model er dette instrumentsæt ikke nok, jf. afsnit II.2 og Sørensen (2018). Således kræves der typisk også afgifter på CO<sub>2</sub>e-indholdet i importerede varer (herunder importeret el) samt et tilskud til produktion af vedvarende energi. Idet ikke-kvotesektoren ikke omfatter el- og varmesektoren vurderes det, at denne udfordring er mindre i ikke-kvotesektoren, hvorfor det kan være en rimelig tilnærmelse i praksis at se bort fra sådanne yderligere instrumenter.

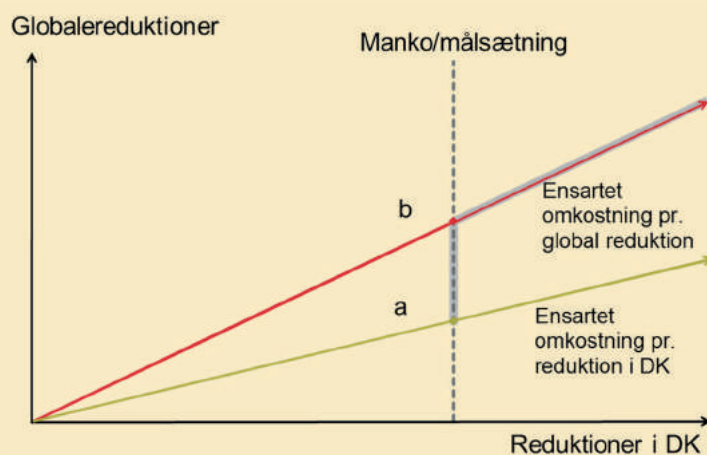
24) De marginale reduktionsomkostninger for landbrug og personbiler var baseret på nye beregninger, mens de marginale reduktionsomkostninger for den øvrige del af ikke-kvotesektoren var baseret på tidligere undersøgelser. Den øvrige del af ikke-kvotesektoren omfatter boligopvarmning, tung transport samt erhverv, som ikke er omfattet af kvotesektoren.

**BOKS II.6      REGULERING MED OG UDEN KORREKTION FOR LÆKAGE**

Der kan skelnes mellem afgifter, som alene sigter mod at mindske den samfundsøkonomiske omkostning ved at opnå reduktion af udledningerne i Danmark, og danske afgifter, som mindsker omkostningen ved at opnå globale reduktioner.

Principperne bag disse to typer regulering er vist i figur A. I figuren angiver X-aksen reduktioner i udledningen fra Danmark, mens Y-aksen viser de hertil knyttede globale reduktioner. Den grønne kurve illustrerer en klimapolitik, der billigst reducerer de *nationale* udledninger. Dette opnås gennem en ensartet afgift, der sikrer ensartede omkostninger pr. indenlandsk reduceret udledning. Grundet lækage vil effekten på de globale udledninger være lavere end effekten på de danske udledninger. Hvis man igennem indenlandske reduktioner i ikke-kvotesektoren i stedet vil reducere de *globale* udledninger på en omkostningseffektiv måde, gøres dette ved at bruge lækagekorrigerede afgifter, der sikrer ensartede omkostninger pr. global reduktion. Dette er illustreret ved den røde kurve i figuren. Et sådant afgiftssystem vil i et vist omfang mindske lækagen og giver dermed større globale reduktioner pr. ton dansk CO<sub>2</sub>-reduktion. Der vil dog fortsat være nogen grad af lækage, hvorfor de globale reduktioner fortsat vil være mindre end de danske udledningsreduktioner.

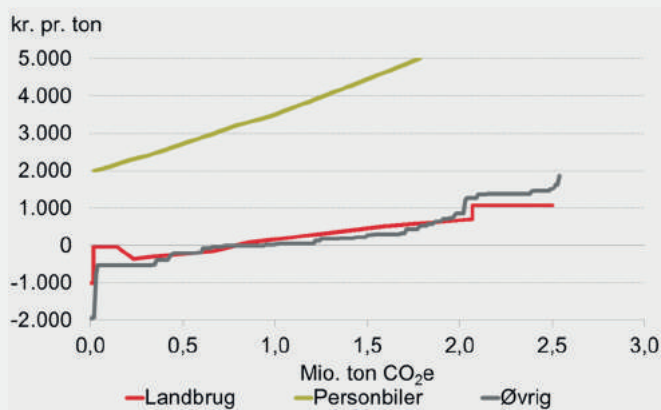
**FIGUR A      BETYDNINGEN AF LÆKAGEKORRIGEREDE AFGIFTER**



Den billigste opnåelse af en given national målsætning for danske reduktioner er i figuren illustreret ved punktet a. Hvis man ønsker at reducere de globale udledninger mere, end hvad der opnås ved denne politik, samtidig med at den nationale reduktionsmålsætning opfyldes, kan man indføre lækagekorrigerede afgifter, svarende til punktet b. Ved denne politik opnås større globale reduktioner, men den vil samtidig medføre en større samfundsøkonomisk omkostning for en given dansk reduktion, jf. afsnit II.2. Hvis det ønskes at opnå større globale reduktioner, kan man fortsætte med at hæve afgifterne, der sikrer ensartede omkostninger pr. global reduktion. Dette vil imidlertid også medføre en overopfyldelse af den danske målsætning.

**FIGUR II.4 SAMFUNDSØKONOMISK OMKOSTNING VED AT MINDSKE UDLEDNINGEN AF CO<sub>2</sub>e**

Figuren viser de marginale samfundsøkonomiske omkostninger ved at mindske udledningen af CO<sub>2</sub>e i 2030 i forskellige dele af ikke-kvotesektoren.



Anm.: De marginale reduktionsomkostninger er i starten negative for landbrug og den øvrige del af ikke-kvotesektoren på grund af sidegevinster i form af bl.a. reduceret luftforurening.

Kilde: De Økonomiske Råds formandskab (2018).

#### Store forskelle i reduktionsomkostninger

Det fremgår, at den samfundsøkonomiske omkostning ved at mindske udledningen fra personbiler er væsentlig højere end for landbruget og den øvrige del af ikke-kvotesektoren. Den høje samfundsøkonomiske omkostning for personbilerne afspejler bl.a., at personbilerne i forvejen er underlagt en omfattende beskatning. Den generelt lavere og i starten negative samfundsøkonomiske omkostning ved at mindske udledningen fra landbruget afspejler dels, at landbrugets udledning af drivhusgasser ikke er direkte reguleret, og dels at der er afledte miljøgevinster af CO<sub>2</sub>e-reduktioner i landbruget i form af bedre vandmiljø og mindre luftforurening.<sup>25</sup>

25) For luftforurening medregnes konkret sundhedsgevinster i Danmark af lavere udledninger af ammoniak fra landbruget som følge af øgede CO<sub>2</sub>e-afgifter på landbruget. Når landbrugsproduktionen stiger i udlandet som følge af lækage, kan det medføre en øget "tilbagetransport" til Danmark af ammoniakrelateret luftforurening, der i et vist omfang er grænseoverskridende. Denne "tilbagetransport" indgår ikke i beregningerne. Dette vil isoleret set medføre en overvurdering af gevinsten fra reduceret ammoniakudledning som følge af øgede CO<sub>2</sub>e-afgifter. Analyserne i GTAP-E tyder imidlertid på, at kun en mindre del af stigningen i landbrugsproduktionen sker i lande, som lig-

<b>Beregninger for en manko på 2½ og 4 mio. ton i 2030</b>	Den oprindelige analyse blev foretaget for skøn for den nødvendige reduktion i CO <sub>2</sub> e – den såkaldte manko – på 1 mio. ton, 2,5 mio. ton og 4 mio. ton i 2030. Det centrale skøn for den nødvendige reduktion var 2,5 mio. ton. Efter offentliggørelsen af De Økonomiske Råds formandskab (2018) er der blevet offentliggjort en ny basisfremskrivning af dansk energiforbrug og CO <sub>2</sub> e-udledning, der peger i retning af en øget manko i ikke-kvotesektoren, jf. Energistyrelsen (2018). Der er derfor regnet på omkostningerne ved lækagekorrektion ved en manko på hhv. 2,5 og 4 mio. ton i 2030.
<b>Muligheden for at annullere kvoter indgår også i beregning</b>	Ud over at mindske udledningen af CO <sub>2</sub> e i de tre dele af ikke-kvotesektoren vist i figur II.4 er det også muligt at annullere CO <sub>2</sub> -kvoter svarende til i alt 0,8 mio. ton CO <sub>2</sub> e årligt, som del af målopfyldelsen i ikke-kvotesektoren. Dette er en af de såkaldte fleksibilitetsmekanismer.
<b>Højere kvotepris gør det dyrere at annullere kvote</b>	Ud fra en økonomisk betragtning bør man anvende denne fleksibilitetsmekanisme, hvis omkostningen ved at annullere kvoter – dvs. den forventede fremtidige kvotepris – er lav i forhold til omkostningen ved at mindske udledningen i ikke-kvotesektoren. I løbet af 2018 er kvoteprisen steget væsentligt. Der anvendes derfor en højere kvotepris i analysen i forhold til de præsenterede beregninger i De Økonomiske Råds formandskab (2018). <sup>26</sup>
<b>Store forskelle i lækagerater</b>	I analysen benyttes de sektorspecifikke lækagerater fra grundscenariet beregnet i afsnit II.6. Landbruget har således den største lækagerate på 75 pct., mens de er betydeligt lavere for personbiler og de øvrige ikke-kvotesektorer på hhv. 13 pct. og 7 pct. <sup>27</sup>
<b>Der er negativ lækage ved annullering af kvoter</b>	For kvoteannulleringer anvendt til målopfyldelse i ikke-kvotesektoren er anvendt en negativ lækagerate på -53 pct. Den negative lækagerate afspejler, at pågældende type kvoteannulleringer på langt sigt medfører en ekstra reduktion i den samlede mængde af kvoter på grund af mekanismer knyttet til reformen af kvotemarkedet fra starten af 2018, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018).

ger tæt på Danmark. Dette peger i retning af, at tilbagetransporten af luftforurening er begrænset, og det vurderes derfor ikke at påvirke beregningsresultatet nævneværdigt.

26) Prisen på at bruge kvoteannulleringer beror på Finansministeriets skøn for kvoteprisen på 189 kr. pr. ton i 2030, jf. Energistyrelsen (2018). I De Økonomiske Råds formandskab (2018) blev der brugt en kvotepris på 88 kr. pr. ton i 2030.

27) Konkret tages udgangspunkt i lækageraterne i det såkaldte grundscenarie. Lækageraten for personbiler er sat lig den sektorspecifikke lækagerate for det private forbrug, hvor den private personbilstransport indgår. Lækageraten for de øvrige ikke-kvotesektorer er sammenvæjet af de sektorspecifikke lækagerater for transporttydelser, opvarmning, handel og service og øvrig industri.

**Omkostningerne ved at mindske CO<sub>2</sub>e korrigeres for forskelle i lækagerater**

Givet de marginale reduktionsomkostningskurver og de ovennævnte lækagerater for de forskellige dele af ikke-kvotesektoren samt for kvoteannullering findes de ønskede reduktioner ved at lækagekorrigere de marginale reduktionsomkostninger og prisen på kvoter. Derefter findes den kombination af reduktioner og annullering af kvoter, som giver en ensartet reduktionsomkostning pr. globalt reduceret ton CO<sub>2</sub>e i ikke-kvotesektoren i 2030.

**Beregningen er ikke udtryk for optimal klimapolitik til at mindske globale udledninger**

Beregningen er illustrativ og ser alene på en supplerende målsætning om øget global CO<sub>2</sub>e-reduktion i forbindelse med opfyldelse af reduktionsmålet i ikke-kvotesektoren for 2030. Beregningerne viser, hvordan man med en lækagekorrigeret regulering omkostningseffektivt skal fordele indsatsen mellem sektorer. Beregningerne skal ikke ses som en optimal politik til at mindske de globale udledninger igennem dansk klimapolitik som helhed. Det skyldes blandt andet, at beregningerne alene inkluderer regulering i form af afgifter og kvoteannulleringer. En omkostningseffektiv reduktion af globale udledninger i forbindelse med opnåelse af det langsigtede mål om klimaneutralitet senest i 2050 kræver mere omfattende beregninger, der også tager højde for reguleringsformer som eksempelvis forbrugsafgifter og støtte til vedvarende energi. Beregningerne er nærmere beskrevet i dokumentationsnotatet til kapitlet.

## RESULTATER

**Uden lækagekorrektion skal reduktioner ske i landbrug og øvrig ikke-kvotesektor**

Når der tages udgangspunkt i en manko på 2,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030, og hvis man alene ønsker at mindske de samfundsøkonomiske omkostninger ved den nationale reduktion, skal 43 pct. af reduktionerne foretages i landbruget, mens de resterende reduktioner skal foretages i den øvrige del af kvotesektoren, jf. tabel II.10. Der skal således ikke foretages reduktioner for personbiler, hvor den samfundsøkonomiske omkostning ved yderligere reduktioner er meget høj. Ligeledes skal der ikke anvendes kvoteannulleringer. Det afspejler, at kvotepriisen er høj i forhold til omkostningerne ved at mindske udledningen af drivhusgasser i landbruget og i den øvrige ikke-kvotesektor.<sup>28</sup>

---

28) I den tilsvarende beregning præsenteret i De Økonomiske Råds formandskab (2018) skulle kvoteannulleringer stå for 17 pct. af reduktionen på 2,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Dette afspejler, at der i daværende analyse blev anvendt en forventet kvotepris i 2030 på 88 kr. pr. ton, mens der her anvendes en forventet kvotepris på 189 kr. pr. ton baseret på skøn fra Finansministeriet.

**TABEL II.10 LÆKAGEKORRIGERET POLITIK I IKKE-KVOTESEKTOREN**

Tabellen viser effekterne på den globale reduktion, de samfundsøkonomisk omkostninger og fordelingen af reduktionerne i ikke-kvotesektoren med og uden lækagekorrektion.

	Uden lækagekorrektion		Med lækagekorrektion	
	----- Mio. tons CO <sub>2</sub> e i 2030 -----			
<b>Indenlandsk reduktionsmål i 2030</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>
Global reduktion	1,6	3,2	2,0	3,4
Global merreduktion ved lækagekorrektion <sup>a)</sup>	-	-	0,4	0,2
Andel af samlede reduktioner	----- Pct. -----			
- Landbrug	43	37	33	29
- Personbiler	0	0	0	0
- Øvrig ikke-kvotesektor	57	43	50	51
- Kvoteannullering	0	20	17	20
	----- Mia. kr. pr. år -----			
Omkostning	-0,36	0,05	-0,27	0,19
Meromkostning ved lækagekorrektion <sup>a)</sup>	-	-	0,09	0,13
	----- Kr. pr. ton CO <sub>2</sub> e -----			
Gns. meromkostning pr. global merreduktion <sup>a)</sup>	-	-	220	660

a) Angiver merreduktion på global udledning og meromkostning ved lækagekorrektion i forhold til samme reduktionsmål uden lækagekorrektion.

Anm.: En nærmere beskrivelse af beregningerne findes i dokumentationsnotatet til kapitlet.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af lækagerater beregnet i afsnit II.6 og reduktionsomkostninger beregnet i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

#### Samfundsgevinst skyldes bedre vandmiljø og renere luft

Ifølge beregningerne er der en samfundsøkonomisk gevinst på 0,36 mio. kr. pr. år ved at opnå reduktionen på 2,5 mio. ton i 2030. At der er en gevinst i stedet for en omkostning afspejler, at reduktionen af drivhusgasser i landbruget og øvrig ikke-kvotesektor giver sidegevinster i form af bedre vandmiljø og renere luft.

#### Annulering af kvoter bruges, hvis mankoen af højere

Hvis mankoen i 2030 i stedet er på 4 mio. ton, er det økonomisk fordelagtigt at annullere kvoter svarende til 20 pct. af de 4 mio. ton. Det svarer til den maksimale årlige annullering på 0,8 mio. ton. De resterende reduktioner skal ske i landbruget og i den øvrige ikke-kvotesektor.

#### Kvoteannulleringer mere attraktive med lækagekorrektion

Den negative lækagerate gør kvoteannulleringer mere attraktive med lækagekorrektion. Når mankoen er 2,5 mio. ton skal en del af målopfyldelsen således ske ved kvoteannulleringer. Kvoteannulleringer

bliver også mere fordelagtige med lækagekorrektur, når mankoen er på 4 mio. ton, men her bruges det maksimalt tilladte antal kvoteannulleringer allerede, selv når der ikke tages højde for lækage.

**Færre reduktioner i landbruget ...**

I beregningerne i afsnit II.6 er lækageraten højere for landbruget end for de øvrige dele af ikke-kvotesektoren. Når der lækagekorrigeres, skal landbruget derfor stå for en mindre del af reduktionerne sammenlignet med en situation, hvor der ikke lækagekorrigeres.

**... men landbruget skal stadig stå for knap 1/3 af reduktionerne**

Som det fremgår af tabel II.10, skal landbruget fortsat stå for en væsentlig del af reduktionerne (29-33 pct.), hvis man ønsker at opnå globale reduktioner mest omkostningseffektivt. Grunden til, at landbruget stadig skal stå for en væsentlig del af reduktionerne på trods af den høje lækagerate er, at den samfundsøkonomiske omkostning ved at mindske udledningerne af drivhusgasser fra landbruget er lav.

**For små reduktioner gælder dette selv med en lækagerate på 100 pct. ...**

Selv hvis lækageraten i landbruget er 100 pct. i stedet for de beregnede 75 pct. i grundscenariet, skal landbruget fortsat stå for ca. en tredjedel af reduktionerne med en manko på 2,5 mio. ton. At landbrugets andel af reduktionerne er stort set uændret trods den højere lækagerate afspejler, at der er en afledt gevinst fra bedre vandmiljø og mindre luftforurening ved små reduktioner i landbrugets udledninger.

**... men ikke for større reduktioner**

Billedet ændrer sig imidlertid for større reduktioner. Med en manko på 4 mio. ton skal landbrugets andel af reduktionerne reduceres fra 29 pct. til 20 pct., hvis landbrugets lækagerate er 100 pct. i stedet for 75 pct. Det afspejler, at en højere lækagerate i landbruget gør det mere attraktivt at foretage større reduktioner i den øvrige del af ikke-kvotesektoren i stedet for i landbruget.

**Større reduktioner i landbruget med en lækagerate på 27 pct.**

Hvis landbrugets lækagerate derimod kun er 27 pct. svarende til landbrugets lækagerate i scenariet, hvor Parisaftalen lægger en bindende begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU, jf. tabel II.6 i afsnit II.6, skal landbruget stå for en større del af reduktionerne. I dette tilfælde øges landbrugets andel af reduktionerne fra 33 pct. til 37 pct. med en manko på 2,5 mio. ton og fra 29 pct. til 35 pct. med en manko på 4 mio. ton.

**Afgifter til begrænsning af lækage har relativ lille effekt**

Lækage betyder, at den globale reduktion er mindre end reduktionerne i Danmark. Ved en ensartet afgift vil en dansk reduktion på 4 mio. ton medføre en global reduktion på 3,2 mio. ton. Med lækagekorrektur stiger den globale reduktion blot til 3,4 mio. ton, svarende til en forøgelse på ca. 6 pct. Dette harmonerer med tidligere analyser, som har fundet, at tiltag til begrænsning af lækage generelt har en relativ lille effekt på lækageraten, jf. afsnit II.3. Forskellen i den globale ud-



ledning med og uden lækagekorrektur er dog større, hvis mankoen i 2030 kun er 2,5 mio. ton. Den større forskel afspejler, at kvoteannulleringer medtages som virkemiddel, når der lækagekorrigeres. Det har relativ stor effekt på de globale udledninger på grund af den negative lækagerate ved kvoteannulleringer. Bemærk, at den negative lækagerate alene gælder for kvoteannulleringer foretaget til opfyldelse af mål i ikke-kvotesektoren.

**Stigende omkostninger ved at mindske lækage**

Der er en yderligere samfundsøkonomisk omkostning i Danmark ved at opnå reduktionerne på 2,5 og 4 mio. ton i 2030 ved lækagekorrigeret politik på henholdsvis 0,09 og 0,13 mia. kr. pr. år, jf. tabel II.10. Det svarer til, at den gennemsnitlige meromkostning ved yderligere globale reduktioner er på ca. 660 kr. pr. ton, når den lækagekorrigerede politik indføres for en manko på 4 mio. ton. Når mankoen er 2,5 mio. ton, er den gennemsnitlige meromkostning ved lækagekorrektur kun på ca. 220 kr. pr. yderligere reduceret globalt ton CO<sub>2</sub>e.

**Merpris for globale reduktioner på niveau med social cost of carbon**

Når man politisk beslutter hvor store omkostninger, den danske samfundsøkonomi skal pålægges for at reducere de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger, kan det være relevant at kende størrelsesordenen af gevinsterne for verdensøkonomien ved denne reduktion. Gevinsterne for verdensøkonomien af reduktioner i Danmark kan udtrykkes ved den globale marginale skadesomkostning af et ton CO<sub>2</sub>e-udledning – den såkaldte social cost of carbon. De 220-660 kr. pr. ton er i samme størrelsesorden som litteraturens bud på social cost of carbon. Baseret på et oversigtsstudie af Tol (2013) angives 563 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>e (2017-priser) som et godt bud på social cost of carbon, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2017 og 2018). Det skal dog understreges, at der er stor usikkerhed om størrelsen af social cost of carbon.

**Det overordnede billede ændres ikke med et kortere tidsperspektiv**

Lækageraten for kvoteannulleringer foretaget via fleksibilitetsmekanismen afhænger i høj grad af hvilket tidsperspektiv, der anskues. Lækageraten på -53 pct. i ovenstående beregninger afspejler effekter på kvotemarkedet, som også forekommer efter 2050. Hvis man i stedet alene anskuer effekten på udledningerne i EU ETS frem til 2050, er lækageraten for dette instrument -14 pct. i stedet for -53 pct. Hvis denne lækagerate benyttes i beregningerne, ændrer det ikke det overordnede billede i forhold til tabel II.10. Dog skal kvoteannulleringer under lækagekorrektur kun bidrage med 9 pct. af reduktionen, når mankoen er 2,5 mio. ton. Samtidig vil de globale reduktioner være mindre for alle scenarier, hvor der bruges kvoteannulleringer. Dette skyldes, at kvoteannulleringer i mindre grad mindsker de globale udledninger frem til 2050.<sup>29</sup>

29) Effekten af kvoteannulleringer (brugt som fleksibilitetsmekanisme) over tid er beskrevet i tabel III.4 i De Økonomiske Råds formandskab (2018).



**Dyrt at reducere udledningen fra personbiler selv om lækageraten er lav**

Alt i alt peger beregningerne i afsnittet på, at kvoteannulleringer er fordelagtige, hvis man ønsker at mindske de globale udledninger i stedet for alene at opnå nationale målsætninger. Hvis man ønsker globale reduktioner, skal landbruget stå for en mindre andel af reduktionerne i ikke-kvotesektoren. Landbruget skal dog stadig stå for en betydelig del – knap  $\frac{1}{3}$  – af reduktionerne i ikke-kvotesektoren. Da omkostningskurverne for landbruget og den øvrige ikke-kvotesektor ligger tæt på hinanden, jf. figur II.4, kan ændringer i disse kurver dog i et vist omfang give anledning til forskydninger mellem landbrugets andel og den øvrige ikke-kvotesektors andel af reduktionerne i ikke-kvotesektoren. Selvom lækageraten er lav for personbiler, skal der i ingen af beregningerne foretages yderligere reduktioner af CO<sub>2</sub>e fra personbiler. Det skyldes, at der er høje samfundsøkonomiske omkostninger ved yderligere reduktioner for personbiler.

## II.8

## SAMMENFATNING OG DISKUSSION

**Dansk målsætning: reduktion af nationale CO<sub>2</sub>e-udledninger**

Danmark har forskellige målsætninger relateret til fremtidige udledninger af drivhusgasser. Efter aftale med EU skal Danmark frem mod 2030 reducere sine nationale CO<sub>2</sub>e-udledninger i ikke-kvotesektoren med 39 pct. i forhold til udledningsniveauet i 2005. Herudover har Danmark en målsætning om at være klimaneutral senest i 2050, hvilket betyder, at nettoudledningen fra Danmark skal være nul.

**CO<sub>2</sub>e-lækage påvirker effekt af dansk klimapolitik på globale udledninger**

Klimapolitikken i Danmark fører til en reduktion af de danske CO<sub>2</sub>e-udledninger, men kan samtidig betyde, at udledningerne stiger i udlandet – et fænomen der betegnes CO<sub>2</sub>e-lækage. CO<sub>2</sub>e-lækage betyder, at opfyldelsen af de nationale målsætninger medfører en global reduktion, der er mindre end den indenlandske reduktion.

**Fokus på globale udledninger kan ses som supplerende målsætning**

I den offentlige debat benyttes CO<sub>2</sub>e-lækage som argument imod visse former for regulering. Hvis der er et politisk ønske om, at Danmark skal bidrage til globale CO<sub>2</sub>e-reduktioner, som ligger udover de reduktioner, der følger af de nuværende danske målsætninger, kan det opfattes som en supplerende målsætning. Hvis en sådan supplerende målsætning skal forfølges omkostningseffektivt, skal klimaindsatsen i et vist omfang forskydes fra sektorer med store lækageeffekter over til sektorer med små lækageeffekter. De nuværende danske forpligtelser og målsætninger henholder sig dog alene til de udledninger, der finder sted fra dansk territorium.

**Lækageraten beregnes med en global handelsmodel ...**

Lækageraten for Danmark er i kapitlet beregnet med udgangspunkt i GTAP-E-modellen. GTAP-E-modellen er en global model, som beskriver handelsstrømme mellem verdens lande. Samtidig har modellen et særligt fokus på energiforbrug og de dertilhørende udledninger af drivhusgas. Modellen er derfor et godt redskab til at beskrive, hvordan dansk klimaregulering påvirker udledninger i Danmark og i udlandet.

**... ved at lægge en afgift på CO<sub>2</sub>e i Danmark**

Lækageraten for Danmark er konkret beregnet ved at lægge en afgift på 100 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>e på udledninger fra Danmark. Denne afgift omfatter også udledninger af drivhusgas fra landbruget. I praksis er det svært direkte at lægge afgifter på udledningen af drivhusgasser i landbruget. Imidlertid kan man i stedet lægge afgifter på de aktiviteter i landbruget, der forårsager udledning af drivhusgasser. Dette er nærmere beskrevet i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

**Lækage kan opstå igennem flere kanaler**

Der er flere forskellige kanaler, hvorigennem der kan opstå lækage. Lækage kan forekomme gennem udenrigshandlen. Når klimapolitiske stramninger gør det dyrere at producere CO<sub>2</sub>e-intensive varer i Danmark, kan udlandets produktion af disse varer stige. Lækage kan også opstå igennem det internationale marked for fossile brændsler, såfremt et fald i den danske efterspørgsel efter fossile brændsler medfører et øget forbrug af disse i udlandet. Der opstår også lækage ved dansk klimapolitik i kvotesektoren, fordi en mindre dansk efterspørgsel efter kvoter i høj grad vil blive opvejet af øget brug af kvoter i andre EU-lande. Omfanget af lækage vil også blive påvirket af, om andre lande har bindende klimamål eller ej, idet bindende klimamålsætninger i andre lande vil reducere lækagen ved dansk klimapolitik. Alle disse kanaler og effekter er der taget højde for i beregningerne.

**Teknologisk udvikling kan give mindre lækage**

Nogle mulige kanaler indgår imidlertid ikke i beregningerne. Hvis en strammere dansk klimapolitik giver anledning til, at andre lande også øger deres reduktionsmålsætninger (det såkaldte foregangslandsargument), kan dette øge effekten af dansk klimapolitik på de globale udledninger. En strammere klimapolitik i f.eks. EU kan dog også tænkes at mindske incitamentet til at foretage klimapolitiske tiltag andre steder i verden. Strammere klimapolitik kan også medføre teknologisk udvikling, som gør det nemmere at mindske udledningen i andre lande. Det vil trække i retning af lavere lækagerater, selv om en sådan teknologisk effekt formentlig er lille for rent danske tiltag. Disse effekter indgår ikke i den anvendte GTAP-E model.

## LÆKAGERATER FOR DANMARK

**Lækagerate på 45-53 pct. for Danmark ...**

Analyserne i kapitlet peger på, at den samlede lækagerate for Danmark er mellem 45 pct. og 53 pct. Det vil sige, at en national CO<sub>2</sub>e-reduktion på 1 mio. ton resulterer i en global CO<sub>2</sub>e-reduktion på ca. 0,5 mio. ton.

**... påvirkes i høj grad af EU's klimapolitik**

Lækageraten for Danmark påvirkes i høj grad af klimapolitikken i EU. Indretningen af EU's kvotesystem (EU ETS) betyder, at tiltag, der reducerer udledningerne i de danske kvotesektorer, kun har en begrænset effekt på de samlede udledninger fra EU på lang sigt. Dette bidrager til, at Danmarks lækagerate er høj. Omvendt peger beregningerne på, at EU's klimapolitik mindsker den danske CO<sub>2</sub>e-lækage i den del af økonomien, der ikke er omfattet af EU's kvotesystem.

**Lækage begrænser klimapolitikens globale effekt**

En høj lækagerate for Danmark mindsker effektiviteten af dansk klimapolitik i forhold til at reducere de globale udledninger. Det understreger vigtigheden af at lave internationale aftaler, som søger mod at begrænse de globale udledninger.

**Komplekst at fastlægge effekter via kvotesystemet**

Da EU's klimapolitik er vigtig for størrelsen af lækageraten for Danmark, har antagelserne om effekterne i EU ETS også stor betydning for den opgjorte lækagerate. I starten af 2018 blev der vedtaget en reform af EU ETS, som medfører, at den samlede mængde af CO<sub>2</sub>-kvoter ikke længere kan antages at være bestemt på forhånd. Reformen gør det komplekst at vurdere effekten af dansk klimapolitik i kvotesektoren og dermed i sidste ende også lækageraten for Danmark. Hvor stor effekt danske reduktioner i kvotesektoren har på det samlede forbrug af kvoter i EU – og dermed den samlede udledte mængde drivhusgasser – afhænger i høj grad af to forhold.

**Tidshorisont og timing af politik er afgørende for effekt via kvotesystem**

For det første afhænger effekten på det samlede forbrug af kvoter i EU af, om man ser på det samlede forbrug af kvoter i EU på kort eller langt sigt. På lang sigt giver danske reduktioner i brugen af kvoter anledning til et mindre fald i det samlede forbrug af kvoter i EU end på kort sigt. For det andet har det betydning, hvornår reduktionen i efterspørgslen af kvoter i Danmark finder sted. Det skyldes, at en del af kvoterne annulleres, når det samlede kvoteoverskud er stort. I de kommende år er kvoteoverskuddet stort. Derfor giver danske reduktioner i efterspørgslen i de kommende år anledning til, at en relativ stor mængde kvoter annulleres, hvilket medfører en stor reduktion i det samlede forbrug af kvoter i EU på lang sigt. Fra slutningen af 2030'erne vurderes kvoteoverskuddet i EU at være så lavt, at danske reduktioner i efterspørgslen efter kvoter ikke vil bidrage til at mindske det samlede forbrug af kvoter i EU.

I analysen ses på langsigtet effekt på samlet kvotemængde af permanent klimapolitik

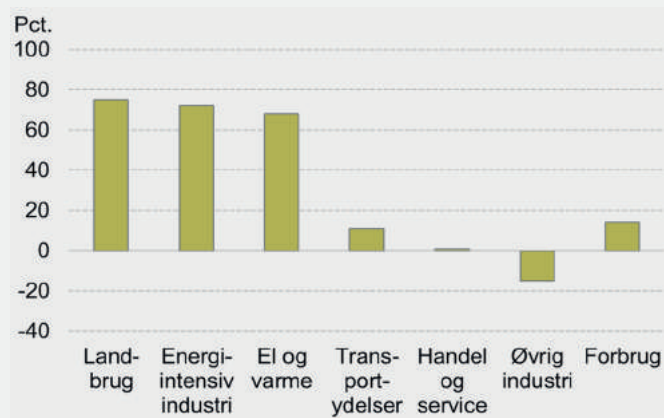
I beregningen af lækagerater er taget udgangspunkt i den langsigtte effekt på forbruget af kvoter af tiltag i Danmark, som permanent reducerer efterspørgslen efter kvoter. Dette leder frem til den anførte lækagerate for Danmark på 45 til 53 pct. Ses i stedet på en midlertidig politik, som mindsker efterspørgslen efter kvoter i Danmark i en periode, hvor det vil give anledning til en stor reduktion i forbruget af kvoter i EU, vil man få en lavere samlet lækagerate for Danmark. Det samme er tilfældet, hvis man alene ser på forbruget af kvoter på kortere sigt (f.eks. år 2030) i stedet for langt sigt.

Stor variation i sektorspecifikke lækagerater

Modelberegningerne tyder på, at der er store forskelle på lækageraterne i forskellige sektorer i dansk økonomi. Lækageraterne i forskellige sektorer er vist i figur II.15.<sup>30</sup>

**FIGUR II.5 LÆKAGERATER FOR SEKTORER**

Der er stor forskel i lækageraten for forskellige sektorer.



Anm.: Figuren viser lækageraterne for forskellige sektorer og (privat og offentligt) forbrug i grundscenariet. Der er usikkerhed om størrelsen af lækageraterne, hvilket er belyst i en række forskellige scenarier og følsomhedsanalyser, jf. afsnit II.6. Sektoren "Transportydelser" består af købte transportydelser. Forbrug af f.eks. benzin til privat bilkørsel indgår under "Forbrug".

Kilde: Egne beregninger.

30) Figuren viser lækageraterne med antagelserne i grundscenariet. Som beskrevet i afsnit II.6 og dokumentationsnotatet giver forskellige antagelser og justeringer af datagrundlaget anledning til forskelle i de beregnede lækagerater.

**Høje lækagerater  
for danske  
kvotesektorer ...**

Lækageraterne er høje for den energiintensive industri samt el- og varmesektorerne, som er underlagt EU ETS. De relativt høje lækagerater for disse sektorer skal blandt andet ses i sammenhæng med, at reduktioner i udledningerne fra disse sektorer kun i begrænset omfang mindsker den langsigtede mængde af kvoter i EU ETS. Dermed vil et fald i udledningerne fra de danske kvoteomfattede sektorer i høj grad blive modsvaret af en stigning i de langsigtede udledninger af drivhusgasser i kvotesektorerne i resten af EU.

**... mens de er lavere  
for mange ikke-  
kvotesektorer**

Lækageraterne er generelt lavere for de danske sektorer, som ikke er omfattet af EU ETS. Det skyldes blandt andet, at mange EU-lande forventes at skulle reducere deres udledninger fra ikke-kvotesektorerne frem mod 2030. Dermed kan disse lande ikke øge deres udledninger i denne del af økonomien som reaktion på en strammere klimapolitik i Danmark. For handels- og servicesektoren findes lækagerater, som er tæt på nul. Det afspejler, at denne sektor kun i begrænset omfang er udsat for international konkurrence.

**Høj lækagerate  
for landbruget**

Det danske landbrug har en højere lækagerate end de resterende ikke-kvotesektorer. De relativt høje lækagerater for landbruget skyldes bl.a., at den globale landbrugsproduktion er mindre påvirket af CO<sub>2</sub>e-afgiften, end det er tilfældet for andre sektorer. Det afspejler, at forbruget af fødevarer i mindre grad påvirkes af ændringer i indkomst og priser. Derfor stiger udledningerne mere fra de udenlandske produktionssektorer, når landbrugsproduktionen mindskes i Danmark. Lækageraten for landbruget begrænses dog samtidig af, at mange EU-lande også skal reducere deres udledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030, jf. ovenfor.

**Lækagerate for  
landbruget afhænger  
af klimapolitik  
udenfor EU**

Beregningerne tyder dog på, at der er betydelig usikkerhed forbundet med beregning af lækageraten for landbruget, som i høj grad afhænger af, hvordan klimapolitikken udenfor EU er tilrettelagt. Hvis der er bindende klimamål i mange lande udenfor EU, tyder en følsomhedsanalyse på, at landbrugets lækagerate mere end halveres, mens lækageraterne i andre sektorer kun ændres relativt lidt.<sup>31</sup>

---

31 I pågældende følsomhedsanalyse er det antaget, at alle lande bortset fra store økonomier som Kina, Rusland, Indien og USA har bindende mål, så de ikke kan øge deres udledninger. Det skal understreges, at der er stor usikkerhed om, hvorvidt forskellige lande har bindende klimamål i henhold til "business-as-usual". Som eksempel er det i nærværende analyse antaget, at USA ikke har bindende klimamål. USA's indmeldinger knyttet til Paris-aftalen vurderes af nogle som bindende, men USA har samtidig tilkendegivet en intention om at melde sig ud af Paris-aftalen.

**Lille negativ  
lækagerate for den  
øvrige industri**

Der findes i beregningerne en lille negativ lækagerate for den ikke-energiintensive del af industrien. Dette afspejler, at der i beregningerne er afledte forskydninger i sammensætningen af produktionen i udlandet, der giver anledning til et lille fald i de samlede udenlandske udledninger – og dermed til en negativ lækagerate.

## LÆKAGE OG DANSK KLIMAPOLITIK

**Billigste opfyldelse  
af nationale  
målsætninger skal  
ignorere lækage**

Indretning af et omkostningseffektivt reguleringssystem til at reducere udledninger af drivhusgasser afhænger af den politiske målsætning. Hvis formålet med dansk klimapolitik er at leve op til målsætningerne om reduktion af CO<sub>2</sub>e-udledninger på dansk territorium, opnås dette mest omkostningseffektivt ved en ensartet CO<sub>2</sub>e-afgift på tværs af udledningskilder. Denne målsætning vil i nogen grad også mindske de globale udledninger, afhængigt af graden af CO<sub>2</sub>e-lækage.

**Ved mål om global  
reduktion skal der  
tages højde for  
lækage**

Hvis det politisk ønskes at reducere de globale udledninger udover, hvad der følger af de internationale forpligtigelser eller nationale reduktionsmålsætninger, skal klimapolitikken i Danmark indrettes, så der tages hensyn CO<sub>2</sub>e-lækagen. Det teoretisk optimale afgiftssystem til at mindske CO<sub>2</sub>e-lækage omfatter en ensartet indenlandsk CO<sub>2</sub>e-afgift samt importafgifter og eksportsubsidier, som afspejler CO<sub>2</sub>e-indholdet i de importerede og eksporterede varer. Det er dog i praksis næppe muligt for Danmark at indføre importafgifter og eksportsubsidier. Når disse ikke kan benyttes, er der en række andre instrumenter, som kan indgå i et omkostningseffektivt reguleringssystem, der begrænser CO<sub>2</sub>e-lækage. Således er der i litteraturen peget på, at CO<sub>2</sub>e-afgiften kan være differentieret, så lækageudsatte sektorer betaler lavere "lækagekorrigerede" afgifter. Derudover kan en lækagebegrænsende politik formentlig også omfatte tilskud til vedvarende energi og differentierede afgifter på varer, der afspejler CO<sub>2</sub>e-indholdet i forskellige varer, jf. Hoel (1996) og Sørensen (2018). En lækagekorrigeret klimapolitik vil uundgåeligt øge de samlede omkostninger i forhold til en klimapolitik, der alene sikrer opfyldelsen af de rent nationale målsætninger.

**Lækagekorrigerede  
afgifter**

De store forskelle i de sektorspecifikke lækagerater peger i retning af, at den omkostningseffektive klimapolitik ved en global reduktionsmålsætning potentielt kan afvige betydeligt fra den omkostningseffektive opfyldelse af rent nationale reduktionsmålsætninger. Beregningerne tyder således på, at de lækagekorrigerede CO<sub>2</sub>e-afgifter generelt skal være lavere for kvotesektorerne end for ikke-kvotesektorerne. Endvidere indikerer beregningerne, at den lækagekorrigerede afgift skal være lavere for landbruget end for de øvrige ikke-kvotesektorer. En

lækagekorrigeret afgift for landbruget skal dog være større, end der er lagt til grund i beregningen, hvis Parisaftalen bliver en succes, så flere lande får bindende mål.

#### Regulering med national og globalt reduktionsmål ...

Selvom en sektor er forholdsvis lækagefølsom, bør sektoren som udgangspunkt, ikke fritages fra regulering. Man må her opveje omkostningerne ved at reducere CO<sub>2</sub>e-udledninger i sektoren imod den effekt, reguleringen har på både de indenlandske og globale CO<sub>2</sub>e-udledninger. I De Økonomiske Råds formandskab (2018) blev det undersøgt, hvordan Danmark bedst opfylder sine forpligtelser indenfor ikke-kvotesektoren i 2030, hvis målet er billigst muligt at reducere Danmarks udledninger uden at tage højde for de afledte effekter på de globale udledninger. I nærværende kapitel er det undersøgt, hvordan disse resultater ændrer sig, når reguleringen tager højde for CO<sub>2</sub>e-lækage, dvs. regulering ud fra en målsætning om globale reduktioner.

#### ... indenfor ikke-kvotesektoren i 2030

Beregningerne korrigerer de marginale omkostningskurver for landbruget, personbiler og den øvrige ikke-kvotesektor med deres respektive lækagerater fra grundscenariet, som fremgik af figur II.5. Herudfra findes, hvor stor en andel af det samlede reduktionsbehov i ikke-kvotesektoren i 2030, den såkaldte manko, som skal komme fra hver sektor. Der kan være usikkerhed omkring den præcise størrelse på denne manko, hvorfor beregningerne er udført for en manko på både 2,5 og 4,0 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030.

#### Negativ lækage ved kvoteannulleringer

Danmark kan også opfylde en del af mankoen ved årligt at annullere kvoter svarende til 0,8 mio. ton. Beregninger ved brug af en model for kvotemarkedet tyder på, at der på lang sigt er en negativ lækagerate af pågældende type kvoteannulleringer på ca. -53 pct. Kvoteannulleringerne har således en mere end en-til-en effekt på de globale udledninger på lang sigt. Det skyldes mekanismer knyttet til reformen af kvotemarkedet fra starten af 2018, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018) og Beck og Kruse-Andersen (2018).<sup>32</sup>

#### Lille forskel på ensartet og lækagekorrigeret politik

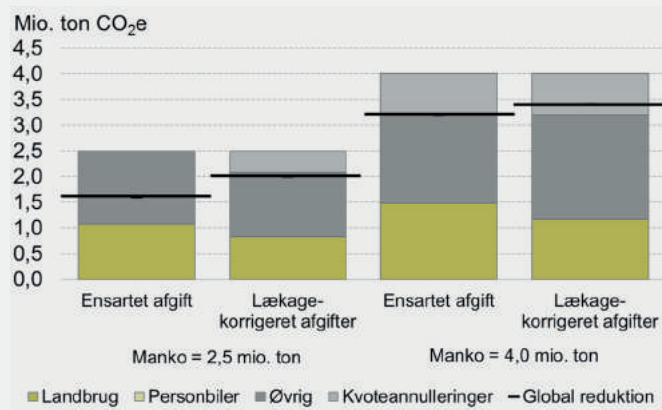
Beregningerne tyder på, at sammensætningen af de forskellige sektors bidrag ikke ændres markant ved lækagekorrigerede afgifter i stedet for en ensartet afgift, jf. figur II.6. På trods af en relativ høj lækagerate for landbruget på 75 pct. skal denne sektor fortsat bidrage til at opfylde mankoen, når afgifterne lækagekorrigeres. Den høje lækagerate mindsker dog reduktionerne i landbruget ved lækagekorrigeret politik i forhold til en ensartet afgift.

32) Den negative lækagerate ved kvoteannulleringer på -53 pct. gælder på meget langt sigt. Ses alene på effekten frem til 2050 vil den negative lækagerate af kvoteannulleringer ud fra beregninger ved brug af modellen i Beck og Kruse-Andersen (2018) være på -14 pct., dvs. noget mindre, men stadig negativ.



**FIGUR II.6 ENSARTET OG LÆKAGEKORRIGERET REGULERING I IKKE-KVOTESEKTOREN**

Figuren viser reduktionsbidragene ved at opfylde en reduktionsforpligtelse i ikke-kvotesektoren i 2030 på hhv. 2,5 og 4,0 mio. ton CO<sub>2</sub>e ved en ensartet hhv. en lækagekorrigeret klimapolitik.



Anm.: De sorte vandrette linjer angiver den globale reduktion, som er mindre end den indenlandske reduktion på grund af lækage. Bidragene for hver sektor er beregnet med udgangspunkt i de marginale omkostningskurver i De Økonomiske Råds formandskab (2018). I forhold til lignende beregninger præsenteret i pågældende rapport er her anvendt en højere kvotepris på 189 kr. pr. ton i 2030.

Kilde: Egne beregninger og De Økonomiske Råds formandskab (2018).

#### Landbruget skal fortsat stå for en betydelig del af reduktionerne

Den forholdsvis beskedne effekt på landbrugets andel af reduktionerne ved at anvende lækagekorrigerede afgifter fremfor en ensartet afgift afspejler, at der er en samfundsøkonomiske gevinst ved at mindske udledningen af drivhusgasser fra denne sektor. Det skyldes, at der er sidegevinster ved at mindske udledningerne af drivhusgasser fra landbruget i form af bedre vandmiljø og mindre luftforurening. Selv hvis lækageraten for landbruget havde været 100 pct., skulle der fortsat være en reduktion af drivhusgasudledningerne fra landbruget. En anden måde at anskue dette på er, at man automatisk får de fleste af reduktionerne i landbruget, hvis man lever op til de fastlagte mål for reduktion af kvælstofudledningen fra landbruget. Nogle føl-somhedsanalyser viser lavere lækagerater for landbruget end de 75 pct. Det vil mindske effekten af lækagekorrektion, hvis der anvendes en lavere lækagerate for landbruget.



**Annullering af kvoter er effektive, hvis man ønsker globale reduktioner**

Med en manko på 4 mio. ton CO<sub>2</sub>e, viser beregningerne, at det fulde potentiale for kvoteannulleringer bør udnyttes, hvad enten der benyttes en ensartet eller lækagekorrigeret afgiftspolitik. Med en manko på 2,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e indgår kvoteannulleringer kun i den omkostningseffektive løsning, såfremt man benytter en lækagekorrigeret politik. Forskellen mellem den ensartede og lækagekorrigerede politik kan tilskrives den negative lækagerate for dette instrument.

**Personbiler skal heller ikke bidrage, selvom der tages højde for lækage**

Der er ikke nogen af scenarierne, hvor øgede afgifter på brug af personbiler indgår i den omkostningseffektive opfyldelse af makoen. Det skyldes, at biler allerede i udgangspunktet er kraftigt reguleret, og at de marginale samfundsøkonomiske omkostninger ved yderligere reduktioner derfor er relativt høje.

**Begrænset effekt på global udledning af lækagekorrigerede afgifter**

På grund af lækagen vil reduktioner i udledningen af drivhusgasser i Danmark i et vist omfang blive modsvaret af øgede udledninger i øvrige lande. Reduktion af udledningen af drivhusgasser i ikke-kvotesektoren i Danmark i 2030 på 2,5 og 4 mio. ton CO<sub>2</sub>e giver således anledning til en mindre reduktion på globalt plan. Den opgjorte reduktion i de globale udledninger er angivet ved de vandrette sorte streger i figur II.6. Det fremgår, at der er relativ begrænset effekt på de globale udledninger af at indføre lækagekorrigerede afgifter i stedet for ensartede afgifter. Med en manko på 4 mio. ton i 2030 er der et fald i den globale udledning på 3,2 mio. ton med ensartede afgifter. Med lækagekorrigerede afgifter er faldet i den globale udledning på 3,4 mio. ton. Udenlandske undersøgelser tyder ligeledes på, at der er relativ beskeden effekt på lækagen af at indføre regulering, som søger at begrænse lækagen. Samtidig viser analyserne for ikke-kvotesektoren, at omkostningerne ved at opfylde mankoen stiger ved den lækagekorrigerede politik. Den samfundsøkonomiske omkostning ved den ekstra globale reduktion er opgjort til 660 kr. per ton ved en manko i ikke-kvotesektoren på 4,0 mio. ton i 2030.

**Beregninger er ikke udtryk for omkostningseffektiv regulering**

De præsenterede beregninger er ikke nødvendigvis udtryk for en omkostningseffektiv regulering af Danmarks drivhusgasudledninger under en global reduktionsmålsætning. Dette skyldes, at beregningerne kun er baseret på CO<sub>2</sub>e-afgifter som regulering. Det er muligt, at et optimalt lækagekorrigeret reguleringssystem også skal indeholde andre instrumenter end CO<sub>2</sub>e-afgifter, såsom støtte til vedvarende energi og forbrugsafgifter. Disse elementer er ikke medtaget i nærværende kapitel, hvilket potentielt kan overvurdere omkostningerne ved lækagekorrigeret politik. På den anden side er der risiko for, at et reguleringssystem med mange instrumenter kan lede til en forkert dosering af de forskellige instrumenter. I så fald kan dette undervurdere omkostningerne ved lækagekorrigeret politik.

## DISKUSSION

### Vigtigt at støtte op om internationalt samarbejde

Et forpligtigende internationalt samarbejde mellem lande, der påtager sig at reducere deres udledninger af drivhusgasser, er afgørende, hvis klimaforandringerne reelt skal modvirkes. Parisaftalen og EU's klimapolitik, der omfatter regulering gennem det fælles kvotemarked og aftaler om reduktioner i landenes ikke-kvotesektorer, er eksempler på internationale samarbejder. Det bør være en hovedopgave for dansk klimapolitik at understøtte og udbygge sådanne samarbejder.

### Mål om drivhusgasneutralitet senest i 2050

Som følge af det internationale samarbejde har Danmark påtaget sig en reduktionsforpligtigelse frem mod 2030 i ikke-kvotesektoren. Reduktionsforpligtelsen vedrører udledninger fra dansk område. Samtidig har alle partier i Folketinget tilsluttet sig en målsætning om, at Danmark skal være drivhusgasneutral senest i 2050.

### Stigende CO<sub>2</sub>e-afgift kan understøtte mål om drivhusgasneutralitet

I princippet vil ensartede CO<sub>2</sub>e-afgifter på alle udledninger kunne sikre en omkostningseffektiv implementering af den nationale målsætning om drivhusgasneutralitet. I praksis kan et omkostningseffektivt forløb frem mod 2050 understøttes af en troværdig annoncering af, at der bliver indført ensartede CO<sub>2</sub>e-afgifter på tværs af alle sektorer, som stiger mod 2050. Det vil reducere usikkerheden om de fremtidige klimapolitiske rammer og dermed mindske risikoen for, at virksomheder, landmænd og bilejere kommer til at foretage langsigtede investeringer, der fordyrer omstillingen til klimaneutralitet i 2050.

### Afgift i kvotesektor bør tage hensyn til kvoteprisen

Målet om drivhusgasneutralitet senest i 2050 omfatter også udledninger fra kvotesektoren, som i forvejen er reguleret på EU-niveau. En eventuel CO<sub>2</sub>-afgift i kvotesektoren bør derfor udformes, så den tager hensyn til kvoteprisen.

### Lækagerater ved dansk klimapolitik ...

Indeværende kapitel har belyst størrelsen af lækage af drivhusgasser ved dansk klimapolitik og illustreret konsekvenserne ved at opfylde 2030-målet for ikke-kvotesektoren ved brug af lækagekorrigerede afgifter, hvor der lægges lavere afgifter end ellers på de mest lækageudsatte sektorer.

### ... kan ændre sig over tid for nogle sektorer

Beregningerne i kapitlet viser, at der er betydelig lækage i forbindelse med reduktion af danske CO<sub>2</sub>e-udledninger. For nogle sektorer kan det forventes, at lækageraten ændrer sig frem mod 2050. Beregningerne tyder på, at der aktuelt er betydelig lækage i forbindelse med udledningsreduktioner i dansk landbrug. Lækagen ved danske tiltag i landbruget må dog ventes at blive mindre, hvis et stigende antal lande påtager sig bindende reduktionsforpligtigelser som følge af Parisaftalen. For sektorer omfattet af kvotesystemet gør det modsatte

forhold sig gældende. Her må det forventes, at lækageraterne stiger i takt med, kvoteoverskuddet mindskes, og at den automatiske udtagning af kvoter, der gælder, når kvoteoverskuddet er stort, bortfalder. Når kvoteoverskuddet forsvinder, vil national klimapolitik i kvotesektoren primært påvirke fordelingen af udledninger mellem de forskellige EU-lande.

**Lækagekorrigeret politik frem mod 2050 ikke analyseret**

Hvis der er et politisk ønske om at tage hensyn til lækage, når de nationale udledningsreduktioner tilrettelægges, peger kapitlet på, at dette kan gøres ved at justere den politik, der omkostningseffektivt implementerer de nationale målsætninger. I kapitlet analyseres konsekvenserne af lækagekorrigerede afgifter. Denne analyse er afgrænset til målsætningen for ikke-kvotesektoren for 2030. Det er ikke analyseret, hvordan hensynet til lækage vil påvirke den politik, der giver omkostningseffektive incitamenter til opnåelse af målsætningen om et drivhusgasneutralt Danmark frem mod 2050. Det er nødvendigt at inddrage alle relevante instrumenter, herunder forbrugsafgifter og f.eks. reduktion af indvindingen i Nordsøen, for at kunne komme med anbefalinger til dette. Analyserne i kapitlet peger dog på, at lækagen indenfor kvotesektoren er betydelig, især på længere sigt, hvor kvoteoverskuddet må forventes at være mindre.

**Dyrere at nå danske mål, hvis der skal tages højde for lækage**

Der er ingen tvivl om, at det vil være dyrere at opnå en national målsætning med en lækagekorrigeret klimapolitik. Det følger logisk af, at man med en lækagekorrigeret klimapolitik skal have CO<sub>2</sub>e-afgifter, som varierer mellem sektorer. Det fremgår af beregningerne for ikke-kvotesektoren, at det samfundsøkonomisk er dyrere at opnå reduktionsmålet for 2030 med lækagekorrigerede fremfor ensartede afgifter.

**Beregninger tyder på, at det er vanskeligt at mindske lækagen**

En høj lækagerate er ikke i sig selv et tilstrækkeligt argument for at fritage en sektor for regulering. Således finder beregningerne i kapitlet, at der bør ske betydelige reduktioner i landbruget, selv når det lægges til grund, at lækageraten i landbruget er høj. Det fremgår også af beregningerne for ikke-kvotesektoren, at der er en relativ begrænset mereeffekt på de globale reduktioner af drivhusgasser af at anvende lækagekorrigerede afgifter i stedet for ensartede afgifter. Lignende resultater er fundet i andre undersøgelser. Dette er ikke i sig selv et argument for at undlade at anvende en lækagekorrigeret klimapolitik, men det er vigtigt ikke at have urealistiske forventninger til effekten på de globale udledninger.

## LITTERATUR

Aichele, R. og G. Felbermayr (2012): Kyoto and the carbon footprint of nations. *Journal of Environmental Economics and Management*, 63, s. 336-354.

Antimiani, A., V. Costantini, C. Martini, L. Salvatici og M.C. Tommasino (2013): Assessing alternative solutions to carbon leakage. *Energy Economics*, 36, s. 299-311.

Babiker, M.H. (2005): Climate change policy, market structure, and carbon leakage. *Journal of International Economics*, 65, s. 421-445.

Baumol, W.J. og W.E. Oates (1971): The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment. *The Swedish Journal of Economics*, 73 (1), s. 42-54.

Baylis, K., D. Fullerton og D.H. Karney (2014): Negative leakage. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1 (1), s. 51-73.

Beck, U.R. og P.K. Kruse-Andersen (2018): Endogenizing the cap in a cap-and-trade system: Assessing the agreement on EU ETS phase 4. *Danish Economic Councils, Working Paper 2018:2*.

Ben-David, I., S. Kleimeier og M. Viehs (2018): Exporting Pollution. *NBER Working Paper Series 25063*.

Bohlin, L. (2010): Climate policy within an international emission trading system - a Swedish case. *Taxation of intermediate goods: a CGE analysis*. Örebro University, Swedish Business School at Örebro University.

Branger, F. og P. Quirion (2014): Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, 99, s. 29-39.

Burniaux, J.-M. og J.O. Martins (2012): Carbon leakages: a general equilibrium view. *Economic Theory*, 49 (2), s. 473-495.

Böhringer, C., J.C. Carbone og T. Rutherford (2012): Unilateral climate policy design: Efficiency and equity implications of alternative

instruments to reduce carbon leakage. *Energy Economics*, 34, s. 208-217.

Böhringer, C., J.C. Carbone og T. Rutherford (2018): Embodied Carbon Tariffs *Scandinavian Journal of Economics*, 120 (1), s. 183-210.

Böhringer, C., E.J. Balistreri og T.F. Rutherford (2012a): The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an energy modeling forum study (EMF 29). *Energy Economics*, 34, s. S97-S110.

Böhringer, C., J.C. Carbone og T. Rutherford (2012b): Unilateral climate policy design: Efficiency and equity implications of alternative instruments to reduce carbon leakage. *Energy Economics*, 34, s. 208-217.

Böhringer, C., C. Fischer og K.E. Rosendahl (2010): The Global Effects of Subglobal Climate Policies. *The B.E. Journal of Economic Analysis and Policy*, 10 (2), Article 13.

Böhringer, C., K.E. Rosendahl og H.B. Storrøsten (2017): Robust policies to mitigate carbon leakage. *Journal of Public Economics*, 149, s. 35-46.

Böhringer, C. og T. Rutherford (1997): Carbon Taxes with Exemptions in an Open Economy: A General Equilibrium Analysis of the German Tax Initiative. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32, s. 189-203.

Carbone, J.C. og N. Rivers (2017): The impacts of unilateral climate policy on competitiveness: Evidence from computable general equilibrium models. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11 (1), s. 24-42.

Copenhagen Economics (2011): *Carbon leakage from Danish energy taxation*.

De Økonomiske Råds formandskab (2016): *Økonomi og Miljø, 2016*.

De Økonomiske Råds formandskab (2017): *Økonomi og Miljø, 2017*.

De Økonomiske Råds formandskab (2018): *Økonomi og Miljø, 2018*.

Dechezleprêtre, A. og M. Sato (2017): The Impacts of Environmental Regulation on Competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11, s. 183-206.

Demailly, D. og P. Quirion (2008): European Emissions Trading Scheme and competitiveness: A case study on iron and steel industry. *Energy Economics*, 30, s. 2009-2027.

Elliott, J., I. Foster, S. Kortum, T. Munson, F.P. Cervantes og D. Weisbach (2010): Trade and Carbon Taxes. *The American Economic Review - Papers and Proceedings*, 100 (2), s. 465-469.

Energistyrelsen (2018): *Basisfremskrivning 2018 – Energi- og klimafremskrivning til 2030 under fravær af nye tiltag*.

EU (2014): 2030 Climate and Energy Policy Framework. *European Council Conclusions*.

EU (2018): Regulation (EU) 2018/842 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation (EU) No 525/2013. *Official Journal of the European Union*, L 156/26.

Fell, H. og P. Maniloff (2018): Leakage in regional environmental policy: The case of the regional greenhouse gas initiative. *Journal of Environmental Economics and Management*, 87, s. 1-23.

Fischer, C. og A.K. Fox (2012): Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustments versus rebates. *Journal of Environmental Economics and Management*, 64, s. 199-216.

Fowlie, M.L., M. Reguant og S.P. Ryan (2016): *Measuring Leakage Risk*. California Air Resources Board.

Gerlagh, R. og O. Kuik (2014): Spill or leak? Carbon leakage with international technology spillovers: A CGE analysis. *Energy Economics*, 45, s. 381-388.

Gielen, D. og Y. Moriguchi (2002): CO<sub>2</sub> in the iron and steel industry: an analysis of Japanese emission reduction potentials. *Energy Policy*, 30, s. 849-863.

Hoel, M. (1996): Should a carbon tax be differentiated across sectors? *Journal of Public Economics*, 59, s. 17-32.

Jensen, S., K. Mohlin, K. Pittel og T. Sterner (2015): An Introduction to the Green Paradox: The Unintended Consequences of Climate Policies. *Review of Environmental Economics and Policy*, 9 (2), s. 246-265.

Klimarådet (2016): *Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget*.

Kuik, O. og M. Hofkes (2010): Border adjustment for European emissions trading: Competitiveness and carbon leakage. *Energy Policy*, 38, s. 1741-1748.

Michalek, G. og R. Schwarze (2015): Carbon leakage: pollution, trade or politics? *Environment, Development and Sustainability*, 17, s. 1471-1492.

OECD (2009): *The economics of climate change mitigation: policies and options for global action beyond 2012*. OECD.

Paltsev, S.V. (2001): The Kyoto Protocol: Regional and Sectoral Contributions to the Carbon Leakage. *The Energy Journal*, 22 (4), s. 53-79.

Peters, G.P. og E.G. Hertwich (2008): CO2 embodied in international trade with implications for global climate policy. *Environmental Science & Technology*, 42 (5), s. 1401-1407.

Peters, G.P., J.C. Minx, C.L. Weber og O. Edenhofer (2011): Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (21), s. 8903-8908.

Ponssard, J.P. og N. Walker (2008): EU emissions trading and the cement sector: a spatial competition analysis. *Climate Policy*, 8, s. 467-493.

Sekretariatet for afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet (2018): *Afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet. Delanalyse 4. Afgifts- og tilskudssystemets virkninger på indpasning af grøn energi*.

Skatteministeriet (2017): Bilag – status over grænsehandel 2017.

Stephensen, P., G. Høegh og P. Bache (2015): REFORM. DREAMs multisektor-CGE-model. Arbejdspapir 2015:2. DREAM.

Sørensen, P.B. (2018): Energy taxes and cost-effective unilateral climate policy: addressing carbon leakage *Arbejdspapir (version juli, 2018)*.

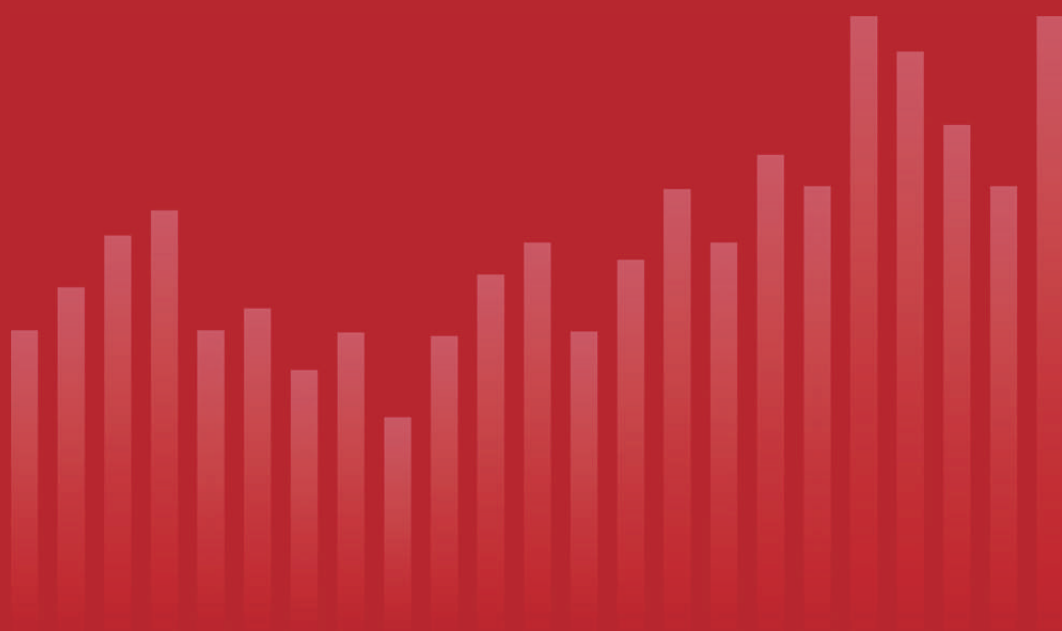
Tol, R.S.J. (2013): Targets for global climate policy: An overview. *Journal of Economic Dynamics & Control* (37), s. 911-928.

Truong, T. P., Kemfert, C., og Burniaux, J-M. (2007): GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model with Emissions Trading. DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) Discussion Paper 668, February.

UN Environment (2018): Pledge Pipeline. Dataark downloadet fra <https://www.unenvironment.org/explore-topics/climate-change/what-we-do/mitigation/pledge-pipeline> d. 27/9 2018.

Wiebe, K.S. og N. Yamano (2016): *Estimating CO2 Emissions Embodied in Final Demand and Trade Using the OECD ICIO 2015: Methodology and Results*. OECD Publishing, Paris.





De Økonomiske Råd   
Formandskabet

**SKRIFTLIGE  
INDLÆG FRA  
DET MILJØ-  
ØKONOMISKE  
RÅDS MEDLEMMER**

## **SKRIFTLIGE INDLÆG FRA DET MILJØØKONOMISKE RÅDS MEDLEMMER**

På de følgende sider er gengivet skriftlige indlæg fra medlemmer af Det Miljøøkonomiske Råd.

Følgende medlemmer har ønsket at give skriftlige bidrag:

Økonomi- og Indenrigsministeriet  
Miljø- og Fødevareministeriet  
WWF Verdensnaturfonden  
Landbrug og Fødevarer  
FH – Fagbevægelsens hovedorganisation/CO-Industri  
og Arbejderbevægelsens Erhvervsråd  
Dansk Erhverv  
DI  
Forbrugerrådet Tænk  
Særligt sagkyndig Peder Andersen  
Særligt sagkyndig Jette Bredahl Jacobsen  
Særligt sagkyndig Karine Nyborg

## ØKONOMI- OG INDENRIGSMINISTERIET

### Miljøpåvirkning og fordeling

Økonomi- og Indenrigsministeriet takker for en grundig analyse af sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst. Analysen viser, at der i Danmark kun er en meget svag sammenhæng mellem indkomstniveau og miljøpåvirkning (miljøet i nærheden af ens bopæl i form af luftforurening, støj og adgang til natur).

Resultatet af formandskabets analyse står i kontrast til lignende analyser for andre lande, hvor man ifølge formandskabet finder en stærkere negativ sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning. Resultatet for Danmark er endnu et vidnesbyrd, der bekræfter billedet af Danmark som et land med lige muligheder – også når det gælder miljø.

Fremadrettet kunne det være interessant at få belyst, hvorfor Danmark adskiller sig fra andre lande, når det gælder sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning. Er der tale om, at miljøindsatsen bliver prioriteret i alle dele af landet. Er det fordi befolkningen bor mere blandet i Danmark, og danske byer er relativt små? Er det indretningen af infrastrukturen, placeringen af boligområder eller noget helt tredje?

Analysen kunne være mere grundigt dokumenteret. Det er fx uklart, om det anvendte indkomstbegreb i analysen er inkl. lejeværdi af egen bolig. I så fald bør man kontrollere for, at miljøet – fx støj og nærhed til natur – kan have betydning ejendomspriserne og dermed for den enkeltes indkomst.

### Lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik

Det er et spændende og kompliceret emne, som formandskabet har taget op. Kapitlet er et fint supplement til formandskabets tidligere analyser af Danmarks klimapolitik, hvis man politisk ønsker at begrænse problemet med lækage særligt for danske udledninger. Det er især relevant for udledninger uden for kvotesektoren.

Diskussionen om lækage – det vil sige, at lavere udledning af drivhusgasser i et land bliver delvist modsvaret af højere udledning i andre lande – understreger, hvor vigtigt det er med en internationalt koordineret klimaindsats, hvor lande forpligter sig til bindende udledningsmål. International progression i den grønne omstilling er et centralt fundament for regeringens klimapolitik, hvor Danmark sammen med de øvrige EU-lande står sammen om en ambitiøs klimapolitik, der skal vise vejen for andre lande.

Formandskabets analyse viser, at lækageraten generelt er relativt høj for Danmark. Det vil sige, at en lavere af udledning af drivhusgasser i Danmark i høj grad bliver opvejet af en højere udledning i andre lande. Det skyldes primært, at en stor del af Danmarks drivhusgasudledning er omfattet af EU's kvotesystem (EU ETS), hvorfor en lavere udledning i kvotesektoren i Danmark i høj grad vil blive opvejet en højere udledning i andre EU-lande på sigt.

Vinklen i analysen er imidlertid for partiel. For det første er EU ETS helt centralt for, at EU-landene i fællesskab kan leve op til deres internationale forpligtelser på klimaområdet. For det

andet er EU ETS som udgangspunkt med til at sikre, at klimainsatsen bliver billigere, end hvis hvert enkelt medlemsland skulle reducere udledningen lige meget. Uden EU ETS og en fælles klimapolitik er det tvivlsomt, om EU-landene samlet set vil være i stand til at nå de reduktioner i udledningen af drivhusgasser, som de har forpligtet sig til. Desværre omtales de positive gevinster af den fælles klimapolitik, kvotesystemet og et integreret energimarked i EU ikke i analysen.

Formandskabet opgør også sektorspecifikke lækagerater, herunder for de sektorer, der ikke er omfattet af kvotesystemet. Analysen viser blandt andet, at landbruget har en høj lækagerate. Resultatet tilsiger, at landbruget – alt andet lige – skal reducere udledningen lidt mindre, hvis man politisk ønsker at begrænse problemet med lækage, når Danmark skal leve op til sine forpligtelser uden for kvotesektoren.

Analyserne peger på, at erhvervene uden for kvotesektoren generelt står over for en stor omstilling, som blandt andet kan understøttes via udvikling og investeringer i ny klimavenlig teknologi.

## MILJØ- OG FØDEVAREMINISTERIET

Miljø- og Fødevareministeriet har med interesse læst vismandsrapporten *Økonomi og miljø, 2019*. Ministeriet ser rapporten som et relevant bidrag til, hvordan drivhusgasudledningen fra ikke-kvotesektoren bedst muligt kan reduceres, samt et interessant bidrag til litteraturen om de fordelingsmæssige aspekter af miljøpåvirkningen. Miljø- og Fødevareministeriet vil særligt takke formandsskabet for at sætte fokus på spørgsmålet om lækage, som har været et tilbageværende emne i debatten om regulering af landbruget.

### Kapitel 1 – Miljø og fordeling

Formandsskabet finder, at der ikke er en klar negativ sammenhæng mellem indkomst og miljø i Danmark. Miljø- og Fødevareministeriet finder det positivt, at analysen indikerer en forholdsvis ligelig fordeling på tværs af indkomstgrupper.

Miljø- og Fødevareministeriet noterer sig, at indkomstforskelle ikke er en væsentlig forklaring på forskelle i de anvendte indikatorer for miljøpåvirkningen, hhv. støj fra vejtrafik, luftforurening og adgang til skov, natur og kyst, og at langt størstedelen af variationen i miljøpåvirkningen er imellem personer med den samme indkomst. Dette resultat peger på, at det kan være andre faktorer der er bestemmende for, hvor stor en miljøbelastning den enkelte borger udsættes for.

Miljø- og Fødevareministeriet hæfter sig ved formandsskabets afgrænsning af afstanden til natur i analysen. I denne afgrænsning medtages ikke den lysåbne natur, men kun skov, søer og kyst. Miljø- og Fødevareministeriet finder, at den lysåbne natur burde have været inkluderet i analysen, da den udgør en væsentlig del af den danske natur.

I analysen fremhæves tre mekanismer, der forventes at forklare den teoretiske sammenhæng mellem miljøbelastning og indkomst: Markedsmekanismen, afvejningsmekanismen og politisk allokering. Udenlandske studier finder typisk, at personer med lav indkomst er mere udsatte for miljøpåvirkningen, hvilket er i overensstemmelse med markedsmekanismen. *Økonomi og miljø 2019* finder, at denne sammenhæng er svag i Danmark. Miljø- og Fødevareministeriet opfordrer på denne baggrund Formandsskabet til at se nærmere på de regionale forskelle, idet de tre mekanismer kunne tænkes at udligne hinanden på nationalt plan, mens der formentligt vil være forskelle på hvilke mekanismer, der dominerede inden for forskellige pendlingsoplande.

Rapporten fokuserer på støjbelastningen for boliger med et støjniveau over 50 dB. Dette niveau er lavere end Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi for vejstøj i boligområder på 58 dB. Det kunne være interessant, hvis analysen særskilt havde forholdt sig til boliger udsat for vejstøj over Miljøstyrelsens grænseværdi - og i særlig grad de stærkt støjbelastede boliger i Danmark (over 68 dB), og hvorvidt dette havde givet et andet resultat af analysen.

Miljø- og Fødevareministeriet bemærker ligeledes, at Nationalt center for Miljø og Energi på Aarhus Universitets nyeste beregningspriser på luftforurening ikke er anvendt i rapporten. Dette taler for, at de faktiske helbredsomkostninger kan være højere, dog med det forbehold, at tidligere studier har fundet væsentligt lavere estimater på helbredsomkostningerne ved luftforurening.

Miljø- og Fødevareministeriet bemærker endeligt, at de estimerede gene- og helbredsmæssige omkostninger ved støj er væsentligt lavere end tidligere opgørelser. Overordnet skal det dog bemærkes, at det generelt er vanskeligt at værdisætte omkostningerne ved vejstøj, hvilket en række danske studier illustrerer.

## **Kapitel 2 – Lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik**

Formandsskabet finder i kapitel 2, at lækage fra landbruget ved anvendelse af en klimaafgift på produktionen ville være forholdsvis stor. Dette resultat bekræfter risikoen for, at man utilsigtet forskyder dansk fødevareproduktion og deraf følgende udledninger til udlandet, når man regulerer de danske drivhusgasudledninger nationalt.

Risikoen for, at produktionen flytter til udlandet, kalder på en smart tilgang til reduktion af drivhusgasudledninger, ikke mindst i landbruget hvor lækageproblematikken er særligt væsentlig. Da lækageeffekterne til dels er drevet af erhvervets omkostninger ved at reducere udledninger, synes en af rapportens implikationer at være, at det vil være hensigtsmæssigt at understøtte forskning og udvikling i omkostningseffektive virkemidler i landbruget. Udviklingen af disse virkemidler, vil gøre det muligt i højere grad at reducere nationale udledninger, uden at det medfører udflytning af produktionen og dermed større udledninger i andre lande. Samtidig kan forskning og udvikling i mere omkostningseffektive virkemidler forventeligt udvides til andre lande og dermed bidrage til at reducere de globale udledninger.

Det internationale samarbejde er centralt for at reducere de globale udledninger, hvilket resultaterne for de forskellige scenarier viser. Miljø- og Fødevareministeriet noterer, at der ifølge

rapporten er usikkerheder forbundet med Parisaftalens forpligtelser, men at konklusionen under alle omstændigheder må være at lækage kan reduceres væsentligt at sikre bindende mål for udledningerne på tværs af verden, hvor 'bindende' ikke blot angår forpligtelsernes juridiske karakter, men også deres ambitionsniveau.

Rapporten pointerer, at der er en teoretisk mulighed for at indføre CO<sub>2</sub>e-afgifter, der er differentieret ift. lækagen fra de pågældende sektorer. Dette er en vigtig overvejelse, der kan reducere lækagen, men det er lige så vigtigt at se på måder til at reducere udledningen pr. produceret enhed og dermed reducere lækageraten. Fremme af udviklingen af teknologier, der reducerer udeledninger pr. produceret enhed, kan også anvendes uden for Danmark, hvilket yderligere vil reducere lækagen fra landbruget og samtidig skabe grundlag for indtægter for Danmark. Om afgifter bemærkes det i øvrigt, at udledningerne af drivhusgas ofte varierer på tværs af forskellige jorder, dyr og dermed bedrifter, og at det med den viden, der findes i dag, ville være vanskeligt at indføre en afgift på en given produktion eller vare – alternativt yde tilskud – der afspejlede den faktiske udledning. Her er der behov for mere viden.

Rapporten finder, at landbruget fortsat bør stå for en væsentlig del af reduktionerne, da reduktion af drivhusgasudledningerne fra landbruget medfører sidegevinster, idet der ofte er en positiv sammenhæng mellem reduktion af drivhusgasudledninger og kvælstofreduktioner. Miljø- og Fødevarerministeriet er opmærksomme på synergien mellem miljø- og klimaforpligtelser. Det skal dog bemærkes, at der ikke nødvendigvis er en positiv sammenhæng mellem kvælstofreduktion og reduktion af drivhusgasudledninger i ethvert tilfælde og for ethvert virkemiddel, og at der kan være negative sideeffekter på andre områder. Ministeriet har igangsat et forskningsarbejde, der skal undersøge effekter og synergier nærmere. Ligeledes skal det bemærkes, at der endnu ikke er truffet beslutning af kvælstofindsatsniveauet i tredje vandplansperiode efter vandrammedirektivet.

## WWF VERDENSNATURFONDEN

WWF's kommentarer tager afsæt i kapitel 2 om lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik. WWF er i øvrigt enig i de kommentarer til rapportens kapitel I, som Forbrugerrådet har indsendt.

### Kapitel II's hovedkonklusioner

I kapitel II undersøger Formandskabet, hvor stor den danske lækage af drivhusgasser er – det vil sige den merudledning, som finder sted i udlandet, når et klimapolitisk tiltag gennemføres i indlandet. Formandskabet finder en relativt høj lækagerate for Danmark på ml. 45 og 53 procent i *grundscenariet*. Dog varierer lækageraten meget på tværs af forskellige sektorer, hvor sektorer underlagt EU's kvotesystem generelt vurderes at have høje lækagerater, mens de øvrige sektorer generelt har lavere lækagerater – nogle endda negative.

### Er lækage til andre EU-lande et problem?

Det er ærgerligt, at Formandskabet ikke i rapporten diskuterer, hvorvidt og hvorledes CO<sub>2</sub>-lækage fra Danmark til andre lande i EU rent faktisk er problematisk. At man har valgt at

behandle emnet i årets rapport, giver indtryk af, at lækage er noget, man ønsker at undgå. Lækage vil dog næppe være en hindring for den globale reduktion af drivhusgasser, men nærmere et spørgsmål om en eventuel nedgang i dansk produktion.

EU har et klart mål om at reducere sin udledning af drivhusgasser med 80-95 procent i 2050, og medlemslandene diskuterer i øjeblikket et mål om netto-nuludledning i 2050. Derudover er der fastsat landespecifikke delmål for de ikke-kvotebelagte sektorer, foruden mange europæiske landes egne klimamål (der også omfatter ETS-sektoren). De nuværende politiske aftaler medfører, at næsten al lækage vil være *midlertidig* frem mod senest 2050.

En dansk reduktion i drivhusgasser, der har en lækage til andre EU-lande, vil ikke være en forhindring for opnåelsen af CO<sub>2</sub>-neutralitet i 2050 på europæisk plan. Når de lande, der har merudledt på baggrund af Danmarks reduktion, efterfølgende gennemfører reduktioner inden for samme sektorer, vil de ikke være underlagt lækage i samme grad, da der er færre lande udledningerne kan lække til. Det samme vil gøre sig gældende på global plan med bindende mål eksempelvis gennem Paris-aftalen.

Frygten for lækage medfører, at sektorerne med de største lækagerater fredes for reduktions-tiltag. Konsekvensen er, at omstillingen gennemføres i de øvrige sektorer først og derefter påbegyndes i sektorerne med de højeste lækagerater. Den sene indsats vil i givet fald forhaste den nødvendige reduktion på det tidspunkt, hvilket unødigt risikerer at fordyre omstillingen.

### Kritiske antagelser

Den lækagerate, som Formandskabet finder frem til, afhænger direkte af antagelserne bag modellen, og her bemærker vi nogle forhold, der gør modellen utilstrækkelig i sin evne til at beskrive virkeligheden.

#### 1. Europæisk klimapolitik er langt fra statisk

Formandskabet finder frem til en relativt høj lækagerate for Danmark på ca. 50 procent sammenlignet med rater udregnet for EU, USA og OECD m.fl. på 3-30 procent. Formandskabet mener, at den primære grund hertil er, at Danmark er en lille økonomi, hvorfor produktionen har mange andre steder at flytte hen. Produktionen vil dog kun flytte til andre lande så længe, at de andre lande ikke gennemfører klimapolitiske tiltag med samme økonomiske implikationer for produktionen. Sandsynligheden for at de lande, som produktionen kan flytte til, indfører lignende klimapolitiske tiltag, er imidlertid fraværende i Formandskabets analyse. Dette stemmer dårligt overens med det hastigt udviklende klimapolitiske miljø, vi ser på både europæisk og internationalt plan i øjeblikket. Det er forståeligt i den henseende, at klimapolitiske strømninger er vanskelige at kvantificere tilstrækkeligt til at inkorporere i en økonomisk model, men det er vigtigt at have for øje, når man læser rapporten, at en sådan effekt ville reducere lækageraten.

Til trods for, at Formandskabet ikke favner den fulde effekt af klimapolitiske strømninger inden for EU og internationalt, så viser analysen tydeligt, hvor vigtige bindende aftaler om klimareduktioner er for en effektiv reduktion af de globale udledninger af drivhusgasser. For eksem-



pel falder landbrugets lækagerate til 27 procent i det scenarie, hvor det antages, at alle underskrivere af Paris-aftalen har bindende mål for 2050.

## **2. EU's kvotesystem er tillagt større betydning end det har**

Formandskabet peger på en anden væsentlig årsag til den høje danske lækagerate: Danmarks deltagelse i EU's CO<sub>2</sub>-kvotesystem. Mekanismen, som Formandskabet beskriver, er reel, og den kan have betydning for beregning af Danmarks lækagerate, men kun hvis EU's CO<sub>2</sub>-kvotesystem er den drivende kraft i nedbringelse af EU's udslip af drivhusgasser. Virkeligheden er imidlertid, at EU's CO<sub>2</sub>-kvotesystem historisk ikke har drevet de nødvendige reduktioner og heller ikke ser ud til at gøre det fremadrettet i sit nuværende format. Selv med det reviderede kvotesystem viser fremskrivninger fra de energiintensive industrier selv, at deres planlagte initiativer blot vil medføre en reduktion for hele sektoren på 18 procent frem mod 2050.<sup>1</sup> Den fastlagte reduktionssti for EU's CO<sub>2</sub>-kvotesystem medfører en reduktion på 85 procent i 2050, hvilket opfylder EU's nuværende mål, men ikke er i overensstemmelse med Paris-aftalen.<sup>2</sup>

Så længe EU's kvotesystem ikke er i stand til at bringe EU på en reduktionskurs, der fører til klimaneutralitet i 2050, og vi antager, at EU indretter sit mål, så det er i overensstemmelse med Paris-aftalen, så vil det i højere grad være supplerende klimapolitiske mål og aftaler, der driver omstillingen frem for EU's CO<sub>2</sub>-kvotesystem.

Formandskabets videre analyse viser, at lækageraten ville falde til 14 procent, hvis EU's kvotesystem ikke er en drivkraft i reduktionen af Danmarks udslip af drivhusgasser. Hvis Formandskabet havde taget højde for den egentlige betydning af EU's kvotesystem, ville analysens resultat dermed være en lavere lækagerate. I det mest ekstreme scenarie, hvor kvotesystemet slet ikke påvirker drivhusgasudledningerne, vil lækageraten være mere end tre gange så lav som de ca. 50 pct., Formandskabet finder frem til.

## **3. Teknologisk spillover-effekt udelades, mens fossile priseffekter medtages**

Formandskabet tillægger ikke den teknologiske spillover-effekt stor værdi når man betragter klimapolitiske tiltag i en lille økonomi som Danmark, fordi effekten på den teknologiske udvikling afhænger af, hvor stor en del af det samlede verdensmarked, der pålægges regulering. Derfor er teknologisk spillover ikke medtaget i Formandskabets beregninger. Det er priseffekten på fossile brændsler til gengæld, hvor lækagemekanismen udelukkende er drevet af, at en reduktion i brugen af fossile brændsler i Danmark nedsætter den globale efterspørgsel efter fossile brændsler og dermed den globale pris på fossile brændsler.

Dermed mener Formandskabet, at Danmark er stort nok til at påvirke den globale pris på fossile brændsler, men ikke stort nok til, at udvikle teknologi i et omfang, der har betydning for den grønne omstilling i andre lande. Hvad der ligger til grund for denne skelnen uddybes ikke. Formandskabet redegør kun kvalitativt for, hvorledes teknologisk spillover nedsætter lækage-

---

1) Carbon Market Watch. *Cracking Europe's hardest climate nut – how to kick-start the zero-carbon transition of energy-intensive industries?*, april 2019

2) ERCST, Wegener Center, Nomisma Energia, I4CE and Ecoact, *2018 State of the EU ETS*, 2018

raten, men denne effekt er desværre ikke medtaget i den kvantitative analyse, hvorfor beregningerne resulterer i en for høj lækagerate.

#### **4. Lækageraten begrænses i ringe grad af kvoteannulleringer**

Med den implicitte antagelse om, at lækage er et problem, som man vil bekæmpe, undersøger Formandskabet, hvorledes man kan reducere udledningen af drivhusgasser i Danmark, uden at det medfører merudledninger i andre lande. Ét af de redskaber, der kan benyttes til at reducere lækageraten, er annullering af kvoter på EU's CO<sub>2</sub>-kvotemarked. Formandskabet har beregnet, at dette redskab har en negativ lækagerate på -53 procent, men samtidig at størstedelen af denne effekt indtræffer efter år 2050. Frem mod 2050 har kvoteannullering en langt mindre dramatisk lækagerate på blot -14 procent. Med en ambition om at lave klimapolitik, der skal sikre overensstemmelse med Paris-aftalen, er reduktioner efter år 2050 ubrugelige. Dermed er kvoteannulleringer som redskab slet ikke så effektivt, som Formandskabets analyse antyder.

#### **Danmark skal opnå netto-nuludledning senest i 2050**

Formandskabet skriver igennem rapporten, at det langsigtede danske klimamål er at opnå CO<sub>2</sub>-neutralitet i 2050. Men som det står skrevet i energiaftalen fra juni 2018, er målet, netto-nuludledning i Danmark senest i 2050. Der bør refereres korrekt til dette mål.

### **LANDBRUG OG FØDEVARER**

Landbrug & Fødevarers (L&F) kommentarer til "Miljø og Økonomi 2019" er udelukkende til rapportens kapitel II "Lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik". L&F vil gerne rose Formandskabet for at have undersøgt den danske CO<sub>2</sub>-lækage. Det er en analyse, som L&F har efterlyst i forhold til tidligere miljørapporter fra DMØR.

CO<sub>2</sub>-lækage opstår fx ved, at reduceret produktion og dermed udledning af CO<sub>2</sub> i et land bliver modsvaret af stigende produktion og udledning i andre lande.

#### **Høje lækagerater i landbruget**

Det fremhæves flere steder, at landbruget er en særlig sektor med en særlig høj lækagerate i forhold til andre sektorer i ikke-kvotebelagte sektorer. Landbruget har en lækagerate på 75 pct., når man indregner de indirekte effekter. Dette er markant højere end den generelle danske lækagerate, som ligger mellem 45 pct. til 53 pct. I "Dokumentationsnotatet om CO<sub>2</sub>e-lækage" fremgår det på s. 74, at den direkte lækagerate for dansk landbrug er på 112 pct. Dvs., at et indgreb overfor dansk landbrugsproduktion, der er målrettet mod at reducerer dansk landbrugs CO<sub>2</sub>e udledning, vil føre til, at det samlede globale landbrug øger CO<sub>2</sub>e udledningen. Hver gang det danske landbrug reducerer produktionen svarende til, at udledningen falder med 100 kg CO<sub>2</sub>e, vil landbrug uden for Danmark øge udledningen med 112 kg. Dermed vil indgreb, der har til formål at reducere dansk landbrugs CO<sub>2</sub>-udledning, forværre den globale landbrugssektors klimapåvirkning og dansk landbrugs internationale konkurrenceevne.

Årsagen til ovenstående effekter er, som formandskabet også påpeger, at udenlandsk animalsk landbrugsproduktion har en større CO<sub>2</sub>e emission for samme produktion, kombineret med det faktum at den globale fødevareefterspørgsel er forholdsvis uafhængig af ændringer i indkomster og prisniveauer. Det fremhæves således i rapporten, at dansk animalsk produktion er næsten 50 pct. mere klimaeffektiv end animalsk produktion uden for EU.

#### **Undersøgelsen er for statisk i sin analyse**

L&F mener, at undersøgelsen er for statisk og mangler at medregne de effekter, man har nu, hvor Danmark har en af de mest klimaeffektive landbrugsproduktioner, samtidig med at man levere et stort output af fødevarer. Ved udflytning af landbrugsproduktion, herunder særligt den animalske produktion, vil fødevareklyngen blive svagere. Samtidig vil man risikere at miste fyrtårnseffekten, hvor verdens mindre klimaeffektive landbrugsproduktioner vil tage den danske produktionsmetode til sig. Danmark er i dag et foregangsland i klimaeffektiv fødevareproduktion. Dette giver en række sideeffekter til andre erhverv.

#### **Der kan ikke lægges direkte afgifter på landbrugets emissioner**

Formandskabet konkludere, at der ikke kan lægges en direkte CO<sub>2</sub>-afgift på landbrugets emissioner, i modsætning til andre sektorer. I stedet foreslås det, at der kan lægges afgifter på de aktiviteter, der udleder emissioner. Formandskabet eksemplificerer dette selv ved at pålægge afgifter pr. gennemsnitsudledning pr. ko.

#### **Reduktionsomkostninger for landbruget er sat for lavt**

Desværre dvæler Formandskabet ikke ved de fundne globale perspektiver. I stedet modificeres beregninger fra seneste rapport fra Formandskabet, hvor der er et ensidigt fokus på Danmarks nationale reduktionsforpligtigelse for ikke-kvotesektoren. L&F var dengang kritiske over for de antagelser, der lå bag disse beregninger. Formandskabet konkluderer, at der er relativt lave reduktionsomkostninger inden for landbrugets emissionsudledning i forhold til andre sektorer inden for de ikke-kvotebelagte sektorer. L&F er uenige i formandskabets konklusioner om, at der er billige reduktioner af CO<sub>2</sub>e-udledningen at hente i landbruget.

Formandskabet medtager ikke alle de samfundsmæssige omkostninger i udregningen af reduktionsomkostninger for landbruget, herunder inddragelse af de afledte effekter på arbejdspladser mv. L&F finder det således problematisk, at formandskabet ikke medtager omkostninger i afledte sektorer. Der ses alene på jordrentetab i landbruget. For hver kroners indkomst, der skabes i landbruget, skabes der 2,5 kr. i den resterende økonomi. Det er derfor helt centralt, at de afledte effekter i den resterende økonomi regnes med for at give et retvisende billede af de samfundsøkonomiske omkostninger forbundet ved at afgiftsbelægge dansk landbrugsproduktion. Når disse afledte effekter ikke inddrages, antager formandskabet, at medarbejdere og kapital i landbrugets følgeindustrier kan finde alternativ anvendelse i dansk økonomi til samme aflønning. Denne antagelse er urealistisk, fx er slagteriarbejdere typisk ufaglærte med en gennemsnitsløn, der ligger markant over den gængse løn for ufaglærte, der findes ganske enkelt ikke alternativ beskæftigelse til samme løn for de slagteriarbejdere, der mister beskæftigelsen, hvis formandskabets anbefalinger gennemføres.

**Sammenhænge mellem vand- og luftmiljø og reduktion i landbrugets emissioner**

Formandskabet beskriver den byrde, som landbruget skal bære i en samfundsøkonomisk optimal tilpasning som værende meget lidt følsom over for lækageraten. Det skyldes, at der er samfundsøkonomiske gevinster ved at reducere kvælstofbelastningen til vandmiljøet, og at disse reduktioner i sig selv antages at medføre en reduktion i klimagas-udledningen. L&F bemærker dog, at denne antagelse i sig selv er afhængig af, hvordan reduktionen i kvælstofbelastningen til vandmiljøet sker. Hvis der laves en indsats med fx minivådområder, kan produktionsintensiteten opretholdes, hvilket ikke vil reducere klimagas-udledningen fra landbruget. Hvis indsatsen derimod sker med reduceret kvælstofkvote eller udtagning af jord, så er det klart, at der vil være et fald i klimagas-udledningen. På samme måde vil reduktioner af landbrugets emissioner ikke nødvendigvis fører til en reduktion af kvælstofbelastningen. L&F mener derfor, at formandskabet bør tage højde for, at reduktion af kvælstofbelastningen i vand- og luftmiljø og reduktion af landbrugets emissioner er to forskellige problemer, som kræver forskellige løsninger.

**Ammoniakudledning er et grænseoverskridende problem**

I undersøgelsen behandler formandskabet ammoniak som et nationalt problem, hvori de kommer frem til en konklusion om, at der i Danmark vil opnås en samfundsgevinst på 41 kr. pr. kg. reduceret ammoniakudledning. Men ligesom med drivhusgasemissioner, så er ammoniakudledning ikke kun et nationalt problem og påvirker samfund på tværs af grænser. L&F mener derfor, at der bør regnes med lækage af ammoniakudledning. Ligeledes opfordrer vi formandskabet til at medtage sideeffekter fra ammoniakudledning i beregningen af samfundsgevinsten ved en reduceret ammoniakudledning.

**Stigende CO<sub>2</sub> udledning fra den globale landbrugsproduktion**

Formandskabet opstiller på baggrund af metoden fra seneste rapport fire beregninger for reduktioner i ikke-kvote sektorens CO<sub>2</sub>e udledning på. Beregningerne foretages for reduktionsniveauer på 2,5 og 4 mio. ton CO<sub>2</sub>e med og uden lækagekorrektion. De finder i disse fire beregninger, at den danske landbrugssektor skal reducere udledningen af CO<sub>2</sub>e med mellem 0,8 og 1,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Med Formandskabets egen opgørelse af den direkte lækageeffekt betyder det, at formandskabet lægger op til, at den globale udledning fra landbrug vil stige med mellem 0,1 og 0,2 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Det betyder dermed, at formandskabet anbefaler en politik, der gør den globale landbrugsproduktion mindre klimavenlig

**Dansk landbrug skal bidrage til en fremtidig klimavenlig produktion**

Efterspørgslen efter både animalske og vegetabiliske fødevarer stiger markant i takt med, at verdens befolkning stiger med 30 pct. frem mod 2050. Set i dette perspektiv bør man ikke anvende en regulering, der forværrer den globale landbrugsproduktions klimapåvirkning. Landbrugsproduktionen bør finde sted der, hvor den har den mindste klimapåvirkning. Danmark har, som det nævnes i rapporten, en 50 pct. mere klimaeffektiv animalsk produktion end lande uden for EU. Danmarks styrkeposition for fødevareproduktion med lavt klimaaftryk bør tjene som eksempel for resten af verden, hvorfor Danmarks unikke position bør anvendes til at bidrage til, at resten af verden får nedbragt klimapåvirkningen gennem overførsel af viden og teknologi fra Danmark. Danmarks førerposition bør styrkes gennem målrettet forskning, investeringer og rammevilkår, der kan bidrage til at gøre dansk landbrug stadig mere klimaeffektivt i stedet for politiske indgreb der forværrer det globale landbrugsklimapåvirkning.

## **FH – FAGBEVÆGELSENS HOVEDORGANISATION/CO-INDUSTRI OG ARBEJDERBEVÆGELSENS ERHVERVSRÅD**

### **Vedr. miljøpåvirkning og fordeling**

I modsætning til andre lande er der tilsyneladende kun små forskelle mellem hvilken indkomst folk har og de miljømæssige påvirkninger (forurening, trafikstøj og adgang til natur) som de udsættes for. Det er altså kun i meget lille grad sådan at små indkomster også lever i det dårligste miljø. Det er positivt.

Det er tilsyneladende heller ikke sådan, at folk med mindre uddannelse i højere grad udsættes for negative miljøpåvirkninger end højere uddannede – snarere tværtimod. Mange højere uddannede bor i byerne, som er mere forurenede. Det er dyrt for personer med mindre uddannelse og mindre indkomster at købe bolig i de større byer.

Det er problematisk, at hvis man bor et år i et miljøbelastet område, så forkortes levetiden med 40 timer. Det er et selvstændigt argument for at opprioritere arbejdet med fx grøn transport, som FH har foreslået.

Der er tilsyneladende stort set ikke nogen ulighed målt på luftforurening, mens der er ulighed ift. trafikstøj og adgang til natur. Det skyldes sandsynligvis stærke urbaniseringskræfter, der øger befolkningstilvæksten i byerne og dermed boligpriserne. Det betyder at befolkningsgrupper med lavere indkomster i mindre grad kan bo i de større byer. Det er en selvstændig problematik, der også giver anledning til at diskutere boligpolitik, flere almene boliger m.v. Ved at energirenovere mange af boligerne vil man kunne mindske støjproblemet og dermed mindske påvirkningen fra trafikstøj hos de beboere, som bor tæt på stærkt trafikerede veje.

Det ville have været gavnligt, hvis man også havde kigget på arbejdsmiljø. Nogle arbejder i markant mere forurenede omgivelser end andre – og det vil typisk være de ufaglærte og faglærte.

### **Vedr. lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik**

Det Internationale Energiagentur (IEA) vurderer, at implementeringen af Paris-aftalen vil kræve globale investeringer for over \$ 23.000 mia. frem mod 2035. Hvis Danmark går forrest, vil vi derfor både bidrage til den grønne omstilling, men også sikre Danmark en større konkurrencefordel. For at indfri vækstpotentialet må vi udvikle – ikke afvikle – de sektorer, der udleder mest drivhusgas. For vores varer bliver ikke grønnere af at skubbe vores produktion ud til mere forurenende lande.

Det er derfor positivt, når der på s. 11 fremgår at *"en strammere klimapolitik i Danmark kan bidrage til teknologisk udvikling, som gør det nemmere at mindske udledningen i andre lande"*. Dette såkaldte "foregangslands-argument" har vi set holde stik i praksis. Af samme årsag er det ærgerligt, at dette ikke indgår i beregningerne.

De lækagekorrigerede afgifter fremstår som et fornuftigt instrument (jf. fx øverst s. 15).

Der er interessante perspektiver i at bruge handelspolitikken mere aktivt (jf. nederst på s. 14.) Muligheden for at forholde importerede varer højere, som er produceret uden at betale for høj udledning af drivhusgasser, bør undersøges nærmere.

## DANSK ERHVERV

Dansk Erhverv kvitterer for gennemarbejdede analyser i Økonomi og Miljø 2019, der omhandler interessante emner, som har stor relevans for miljø- og klimapolitikken i Danmark.

Dansk Erhverv mener, at dansk klimapolitik bør have en miljø- og omkostningseffektiv tilgang, hvor reduktionerne sker i de sektorer, hvor omkostningerne til indsatserne er lavest og samtidig kan give det største miljøeffekter. Danmark skal dog være påpasselige med dansk enegang med indførsel af nye afgifter, som belaster danske virksomheders konkurrenceevne. Det vil kunne mindske udledningen af drivhusgasser i Danmark, men vil samtidig kunne medføre, at udledningen af drivhusgasser i udlandet samtidig øges – det såkaldte CO<sub>2</sub>e-lækage.

Dansk Erhverv ser derfor med stor interesse på analyserne, der finder høje lækagerater i Danmark. Dansk Erhverv mener, at de høje lækagerater viser, at klimaproblemet er et globalt problem, som skal løses igennem europæiske- og internationale aftaler. Det vil ikke være hensigtsmæssigt, at Danmark går enegang. Derfor skal indsatsen ideelt ske med instrumenter, der indføres koordineret på europæisk plan. Det bliver også bekræftet af analyserne i Økonomi og Miljø 2019, der viser, at lækageraterne er lavere, når der samarbejdes på tværs af landegrænser.

Et velfungerende kvotesystem med en kvotepris, der afspejler skadesomkostningerne, er det bedste instrument til omkostningseffektiv regulering af drivhusgasser. Derfor støtter Dansk Erhverv bestræbelserne på at skabe et mere effektivt europæisk kvotesystem. Det vil være med til at sikre incitament, der fremmer en bæredygtig omstilling.

Formandskabet pointerer, at fleksibilitetsmekanismerne med kvoteannulleringer er et omkostningseffektivt instrument til at Danmark opnår reduktionsforpligtelserne i ikke-kvotesektoren. Det er Dansk Erhverv enig i. Danmark bør benytte sig af denne fleksibilitetsmekanisme.

## DI

### Miljøpåvirkning og fordeling

Analyser fra udlandet peger på en sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning. Sammenhængen går i retning af, at personer med lavere indkomster bor i mere miljøbelastede områder og har længere til naturområder end personer med højere indkomster.

Rapporten ser på sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning i Danmark. Miljøpåvirkning måles på fire parametre:

- Støj fra vejtrafik
- Luftforurening i form af partikler
- Luftforurening i form af kvælstofdioxid
- Nærhed til natur.

Overordnet konkluderer Miljøøkonomisk Råd, at sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning (støj og luftforurening) samt afstand til natur er svag i Danmark.

Luftforureningen er højere, jo længere syd og øst på, man kommer i Danmark, og kommer både fra danske og udenlandske kilder. Støj fra vejtrafik er stærkest omkring de store byer, mens nærhed til natur er mere spredt ud geografisk.

Sammenholdes indtægt og de valgte parametre, er særligt sammenhængen mellem luftforurening og indkomst svag, mens den er lidt stærkere for støj og nærhed til natur. Sidstnævnte kan dog være overvurderet pga. målemetoden, da man definerer "nærhed" som under 0.6-1 km til natur, men beboere kan også have glæde af natur, der ligger lidt længere væk end det.

Rapporten ser også på, hvad der karakteriserer de mennesker, der bor i de mest miljøbelastede boliger i Danmark. Disse boliger befinder sig især i hovedstadsområdet, og det er mest ejerlejligheder, andelslejligheder og lejede lejligheder, mens almene boliger er relativt sjældnere at finde blandt de mest miljøbelastede boliger.

Rapporten finder kun små forskelle i socioøkonomiske karakteristika i de meste belastede boliger sammenlignet med alle boliger. Dog er der relativt flere personer med videregående uddannelse i de mest miljøbelastede boliger.

Samlet kan man på baggrund af rapporten konkludere, at selv om der findes sammenhænge mellem indkomst og miljøpåvirkning i Danmark, så er det en yderst svag sammenhæng. Inden for hver indkomstgruppe er der stor variation i miljøbelastningen - et udtryk for, at mange hensyn inddrages, når man bosætter sig, herunder formentlig ikke mindst nærhed til arbejdsplads(er).

DI ønsker grundlæggende, at Danmark skal være et godt land at drive virksomhed i og ud fra. Gode vilkår for at drive virksomhed i alle dele af landet betyder også, at der etableres arbejdspladser i alle dele af landet. Dermed har den enkelte, uanset indkomstkategori, gode muligheder for at bosætte sig efter individuel afvejning af hensyn til såvel miljøforhold som andre forhold – eksempelvis kultur, infrastruktur, uddannelse osv.

DI mener videre, at den danske planlov er en vigtig forudsætning for, at boliger undgår miljøbelastning, og at virksomheder kan producere uden at være til gene for naboer. Planlovens principper om at vise respekt for natur og etablerede virksomheder er en god rettesnor ved

etablering af nye boligområder. Det kan sikre, at vi også i fremtiden undgår miljøbelastede boliger – for alle indtægtsgrupper.

### **Lækage af drivhusgasudledning og dansk klimapolitik**

DMØR har gennemført en detaljeret modelanalyse af drivhusgaslækage fra danske virksomheder. Definitionen af CO<sub>2</sub>e-lækage er, at en dansk klimainsats (eksempelvis opfyldelse af danske klimamål) leder til global CO<sub>2</sub>e-reduktion, der er mindre end den danske CO<sub>2</sub>e-reduktion.

Ved hjælp af modellen GTAP-E har DMØR beregnet lækagerater for forskellige sektorer. I en international kontekst vurderer DMØR, at en omkostningseffektiv opnåelse af supplerende danske klimamål, ud over det gældende danske ikke-kvotemål, teoretisk skal forskydes fra sektorer med stor lækageeffekt til sektorer med lav lækageeffekt.

DI støtter op om en omkostningseffektiv klimainsats i EU og i Danmark. DI er enig i, at man skal forfølge indsats i de sektorer, hvor der sker mindst forvridning og i øvrigt er et omkostningseffektiv potentiale. DI hilser velkommet, at der med analysen tages et internationalt perspektiv på en omkostningseffektiv klimainsats.

Analysen viser, at den samlede langsigtede lækagerate i Danmark er mellem 45 pct. og 53 pct. Det vil sige, at en national CO<sub>2</sub>e-reduktion på 1 mio. ton resulterer i en global CO<sub>2</sub>e-reduktion på 0,5 mio. ton (inkl. det danske bidrag). Med andre ord sker der med den skitserede lækagerate en forskydning af klimaeffekten til udlandet svarende til ca. halvdelen af den danske reduktion. DMØR påpeger, at en høj lækagerate for Danmark mindsker effektiviteten af dansk klimapolitik, hvilket understreger vigtigheden af internationale klimaaftaler.

Særligt om betydningen af EU's klimapolitik påpeger DMØR, at en dansk klimainsats på kvoteområdet vil blive udlignet af øget udledningen inden for EU ETS i de øvrige EU-lande. Mens en dansk indsats i ikke-kvoteområdet ikke i så høj grad udhules af den fælles EU-indsats. DMØR pointerer, at koblingen af lækage og EU's kvotesystem er blevet mere kompleks efter den seneste kvotereform og indførelse af den særlig kvotereserve (MSR). Lækageeffekten er mindst på kort sigt og større på lang sigt. På kort sigt (frem mod 2030) vil lækageeffekten være mindre end 45-53 pct.

DI støtter op om EU's fælles kvotesystem da der sættes fælles regler for CO<sub>2</sub>-reduktion i energisektoren og industrien på tværs af EU's medlemslande. Der sættes også (delvist) fælles regler for beskyttelse mod CO<sub>2</sub>-lækage ud af EU i forhold til tredjelande. Efter den seneste kvotereform har kvoteprisen haft et leje på 20-25 euro, hvilket giver en konkurrencemæssig fordel for investeringer i klimavenlige løsninger (og presser eksempelvis kulbaseret energiproduktion). Det er efter DI's opfattelse stadig en central del af klimainsatsen at sikre samklang mellem EU's fælles regulering og den danske klimainsats.

DMØR-analysen viser lækageeffekter for landbrug, energiintensiv industri samt el/varme på omkring 75 pct. For transport, handel- og service, øvrig industri og forbrugerne er lækageeffekten omkring 0-10 pct. Som nævnt spiller EU's kvotesystem en rolle i vurderingen af lækageeffekten.



geeffekterne. DMØR påpeger dertil, at der på ikke-kvote delen er bindende nationale mål, hvilket bidrager til at ligestille de danske ikke-kvotesektorer med medlemslandenes konkurrencemæssigt. Særligt om landbruget gælder det dog jf. DMØR, at den globale fødevarerproduktion ikke er omfattet af CO2e-restriktioner samt, at der internationalt ikke er så stor prisfølsomhed i forbruget af fødevarer.

DI finder DMØR's analyse interessant, da den giver et indblik i nogle af de hensyn, en ambitiøs klimapolitik skal vise. DI har noteret, at analysen ikke medtager evt. bidrag på positive teknologioverførsler, hvor udvikling af dansk teknologi kan bidrage til mindske CO2-lækage. lagttagelsen er relevant, og DI vil opfordre til at få en belysning af disse effekter også.

I forhold til den danske klimapolitik gentager DMØR budskabet om, at den mest omkostnings-effektive tiltag vil være en ensartet CO2-afgift på tværs af udledningsskilder og sektorer. DI anerkender dette økonomisk-teoretiske argument, men har ved tidligere lejligheder også påpeget, at der i en åben økonomi vil være andre forhold, som konkurrencehensyn, at tage i betragtning. Derfor er DMØR's CO2e-lækageanalyse i den aktuelle rapport interessant. I en åben økonomi vil en ensartet CO2-afgift suppleret af importafgifter og eksportstøtte teoretisk være optimalt. DMØR pointerer med rette, at det ikke vil være realistisk i praksis med dansk brug af sådanne handelsinstrumenter. Anvendelse af differentierede CO2e-afgifter og/eller tilskud til vedvarende energi mv. vil også kunne bidrage til at mindske lækageeffekterne. DMØR peger på, at der vil være betydelige forskelle på angivelse af en omkostningseffektiv klimainsats afhængigt af, om der optimeres ud fra en isoleret dansk kontekst eller en international kontekst.

DI finder det helt uomgængeligt, at EU og internationale forhold skal tænkes videst muligt ind i en dansk klimapolitik. Det sker for så vidt allerede i den fælles EU-klimapolitik på instrumentniveau med EU's kvotesystem og fleksibilitetsreglerne i EU's byrdefordelingsforordning. Andre studier fra eksempelvis den tyske erhvervsorganisation BDI og fra EU-Kommissionen peger på, at omkostningseffektiviteten øges gennem internationalt arbejde. Den danske grønne omstilling er netop også betinget af udveksling af vedvarende energi med nabolande og et fungerende europæisk el-marked.

DI vil dog også påpege, at der vil være muligheder at forfølge gennem veltilrettelagte ambitiøse danske tiltag. Eksempelvis vil brug af udbudspuljer i forhold til vedvarende energi og energieffektivisering bidrage til at øge omkostningseffektiviteten. Billiggørelsen af offshore vindparker har eksempelvis bidraget til at gøre grøn energi væsentlig mere konkurrencedygtig. Udvikling af systemløsninger og øget elektrificering vil kunne resultere i nye markedsmuligheder og adgang til konkurrencedygtig klimavenlig teknologi i den energiintensive industri. Sikres der en fornuftig sammenhæng til EU's fælles regler og instrumenter – koblet med et internationalt pres til klimahandling – vil der på dansk grund kunne indrettes en ambitiøs omkostningseffektiv klimapolitik. Men det sker ikke uden en analytisk grundlag, som tænker omverdenen eksplicit ind i de danske indsatser. DMØR's nye analyse er et godt bidrag hertil.

## FORBRUGERRÅDET TÆNK

### Miljøpåvirkning og fordeling

Det er spændende at formandsskabet tager dette emne op, som ellers er underbelyst. Det er dog svært at konkludere på analysen, dels pga. problemer med opgørelsesmetoden for luftforurening, se nedenfor, dels fordi der er flere modsatrettede tendenser, som til dels ophæver hinanden. Det fremgår at ca. 70% af de mest miljøbelastede boliger befinder sig i hovedstadsområdet (s. 62), hvor de gennemsnitlige indtægter er over landsgennemsnit. På den anden side er der en tendens til, at personer med de laveste indtægter bor længst fra naturområder og er mere belastet med støj og kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>). Det ville derfor være mere interessant at se på sammenhænge inden for hver enkelt region. Det fremgår desuden at der er en overrepræsentation af de mest miljøbelastede boliger blandt andelsboliger og private lejeboliger (s. 67). De almene boliger samt parcelhusene hører til de mindst belastede. Men disse to kategorier ligger i hver sin ende af indkomstskaalen.

Hvad angår luftforurening giver analysen et skævt billede, da man sætter partikelforurening lig med PM 2,5, dvs. de fine partikler. Netop disse kommer langt overvejende fra udlandet – kun ca. 20% af den PM 2,5 koncentration som måles i Danmark kommer fra danske kilder, målt som årsgennemsnit. Det er en større del i dagtimerne, hvor flest mennesker er udenfor, men en meget mindre del i indeluften, hvor stearinlys, mados og brændefyring ofte kan dominere koncentrationen af fine partikler.

Derimod kommer de ultrafine partikler i langt højere grad fra lokale kilder, dvs. primært køretøjer og brændefyring. Det samme gælder i nogen grad for de grovere partikler, kaldet PM 10. For køretøjernes vedkommende kommer en stor del af PM 10 ganske vist fra afslidning fra dæk og bremses, mere end fra udstødningen. Men der er en ret god korrelation mellem dette og de ultrafine partikler fra udstødningen. Korrelationen bliver dog gradvist mindre, efterhånden som der kommer partikelfiltre på en større andel af dieslbilerne. Herved mindskes mængden af ultrafine partikler herfra, mens dæksliddet er det samme.

En marginnote s. 48 "Lille ulighed i PM 2,5 afspejler ensartet forureningsniveau i Danmark" er misvisende. Det afspejler derimod, at man bruger en måleenhed, som hovedsagelig måler luftforurening der blæser ind fra udlandet – dvs. det afspejler den banalitet, at den grænseoverskridende del af luftforureningen er ret ens ud over landet, mens den lokale luftforurening i ringe grad er medregnet.

Hertil kommer, at helbredsskaderne, i hvert fald hvad angår hjerte-kar-sygdomme, er undervurderet i de undersøgelser som formandskabet henviser til. En rapport fra KU, Institut for Folkesundhed, 2017<sup>3</sup> påviser at antal dødsfald relateret til luftforurening fra lokal vejtrafik er langt højere end tidligere antaget. Det skal dog tilføjes, at en mindre del her hidrører fra NO<sub>2</sub>, som er anført særskilt i formandsskabets rapport.

---

3) Luftforurening og hjerte-kar-sygdomme, Kbh. Universitet, Institut for Folkesundhed, 5.12.2017

Endelig ser det ikke ud til, at luftforurening i indeklimaet er medregnet – det ville også gøre helbredsskaderne større. Det gælder såvel luftforurening, som kommer ind udefra, via vinduer og evt. ventilationsanlæg, som luftforurening, som stammer fra aktiviteter i bygningen selv, f.eks. brændefyring, madlavning og stearinlys.

### Lækage af drivhusgasudledninger

Formandsskabet bygger hele sin analyse på en præmis om at nationale tiltag til reduktion af drivhusgasser inden for kvotesektoren har ingen eller ringe effekt. Vi mener grundlæggende at hele den tilgang er skæv. Frem til 2018-reformen af kvotesystemet (ETS) var den decideret forkert, idet kvoteprisen var så lav, at ETS ikke de kommende årtier ville have nogen reel effekt ift. at få virksomheder og medlemslande til at sænke deres udledning – bl.a. pga. retten til overførsel af kvoter fra én periode til den næste. Med 2018-reformen sker der en vis automatisk annullering af kvoter, når udslip reduceres. Det har fået kvoteprisen til at stige, hvorved ETS i dag formentlig har fået en vis effekt i retning af at få aktørerne til at reducere udslip.

Men Klimarådet har beregnet, at selv efter 2018-reformen har kvotesystemet ringe effekt de første mange år. En kvote, der annulleres i 2020, giver kun 9% effekt i 2030, 25% i 2040, men 60% i 2050. Og det er netop afgørende hvad der sker de næste 10-15 år, for at undgå at vi når "Tipping point", hvor klimaforandringerne kan blive irreversible. Derfor kan vi ikke sætte vores lid til at kvotesystemet vil virke henimod 2050.

Der er også en række andre faktorer, som betyder, at national handling inden for kvotesektoren er både nødvendig og gavnlig, idet EU's mål og virkemidler fortsat er for svage til at leve op til Paris-aftalen. Formandsskabet erkender da også, at "teknologiske spill-over effekter kan reducere CO<sub>2</sub>-lækagen" (s. 92). Men man har ingen overvejelser af, om denne potentielle effekt overskygger den eventuelle lækageeffekt. F.eks. det danske vindmølleeventyr og den tyske solcellestøtte viser, hvordan stram regulering på hjemmemarkedene har haft enorm effekt på CO<sub>2</sub>-udledningen globalt.

Der er desuden en asymmetri i formandsskabets logik: en strammere dansk klimapolitik vil føre til lækage, mens andres strammere klimapolitik kan bidrage til reduktion af lækage. Årsagssammenhængen slås fast, når det handler om strammere dansk politik, men er kun en mulighed ved strammere udenlandsk politik. Det er ikke logisk konsistent og giver et fordrejet billede af sammenhængene.

Formandsskabet antager, at et lavere forbrug af fossile brændsler i Danmark reducerer den internationale pris på disse, hvilket øger forbruget i andre lande. Men man kunne ligeså vel hævde, at den lavere pris gør efterforskning efter og udvinding af yderligere fossile brændsler marginalt mindre økonomisk attraktivt, hvilket vil have en positiv klimaeffekt.

Vi finder det desuden problematisk, at man ikke regner på et "bæredygtighedsscenario". I "Paris-scenariet" har en række af de store økonomier ingen bindende mål, hvilket medfører at lækageraten for DK bliver større end i grundscenariet. Samtlige af deres scenarier tegner altså meget dystre billeder af fremtiden, hvor få lande reagerer ansvarligt på de effekter af

klimaforandringer vi allerede ser i dag. Muligheden for at vi globalt prøver at løse klimakrisen overvejes således ikke engang.

Formandsskabet hævder tværtimod (s. 131-32) at Parisaftalen giver en lille stigning i den danske lækagerate. Argumentet er, at når aftalen får lande uden for EU til at indføre CO<sub>2</sub>-betingede restriktioner vil en mindre del af deres produktion flytte til EU-lande, da disse bliver mere konkurrencedygtige. Det virker spekulativt og det bygger på en forkert antagelse om at energieffektivisering og vedvarende energi altid fordyrer produktionen og forringer konkurrenceevnen.

På baggrund af disse mangler og usikkerheder giver det ikke mening når formandsskabet konkluderer (s. 9), at der er en lækagerate for Danmark på 45-53%. Dels er usikkerheden betydeligt større, dels er det udtryk for scenarier, som alle er pessimistiske.

Formandsskabet påpeger en langt lavere lækagerate i non-ETS, undtagen for landbruget (s. 138). Når man regner med en meget høj rate for landbruget, skyldes det at der kun opereres med udledningsafgifter på landbrug, ligesom for andre erhverv. Men netop ift. landbrug slår dette voldsomt igennem. Udledningsafgift vil kun ramme dansk landbrug og favorisere import. "Når landbrugsproduktionen mindskes i Danmark som følge af regulering, vil landbrugsproduktionen og dertil hørende udledning ...stige relativt meget i udlandet" (s. 13). Hvis man derimod f.eks. indførte en kødafgift, som rammer dansk produktion og import ens, ville man formentlig slet ikke få en lækageeffekt. Til gengæld ville det ikke have effekt på eksporten, da denne ville være friholdt for afgift.

Formandsskabet finder dog stadig, at der skal reduceres i landbruget, da virkemidlerne her er relativt billige, når sideeffekter på bl.a. kvælstofudledning og vandmiljø medregnes. Men Formandsskabet vil reducere mindre pga. denne lækageeffekt: "...reduktionerne i landbruget skal være lidt mindre ved den lækagekorrigerede politik ..." (s. 152). Desuden anfører Formandsskabet, at såfremt mange lande uden for EU stiller krav om klimagasreduktioner, vil den beregnede lækage for tiltag i dansk landbrug mere end halveres (s. 158).

Formandsskabet finder, at CO<sub>2</sub> fra biler ikke skal have øget afgift, fordi de allerede er kraftigt reguleret, og de samfundsøkonomiske omkostninger ved øget regulering er høje (s. 162). Men denne præmis opstår, fordi de positive sideeffekter (luft/støj/sundhed, motion/folkesygdomme, bedre bymiljø/byrum m.v.) ved reduktion af kørsel med fossilbiler er undervurderet, som vi påpegede i vores kommentarer til 2018-rapporten. Derfor overvurderer Formandsskabet omkostningerne ved indgreb på transportområdet.

## SÆRLIGT SAGKYNDIG PEDER ANDERSEN

På Det Miljøøkonomiske Råds møde i 2018 blev potentielle konsekvenser af regeringens beslutning om udflytningen af De Økonomiske Råd påpeget, se pp. 244 – 247 i **Økonomi og Miljø**, 2018. I forlængelse af påpegningen af de sandsynlige negative konsekvenser af udflytningen var der en markering af, at det er vigtigt at fastholde den faglige kvalitet i de analyser,

der offentliggøres. *Økonomi og Miljø, 2019* er første rapport efter regeringens beslutning om at udflytte dele af Vismandsinstitutionen. Det er tydeligt, at det er tilstræbt at fastholde en høj kvalitet af de gennemførte analyser i *Økonomi og Miljø, 2019*. Målsætningen om høj kvalitet er nemlig helt afgørende for troværdigheden. Til gengæld er det også meget tydeligt, at udflytningen ud over forsinkelsen af rapporten har haft betydning for rapportens omfang og bredden i de behandlede emner. Dette er forståeligt, givet de vilkår, Vismandsinstitutionen har fået, men meget beklageligt, at regeringens beslutning har disse konsekvenser. Dette er desuden alvorligt ikke mindst i denne tid, hvor mange nærmest uhæmmet og uden fagligt modspil fremkommer med ikke-underbyggede og skævvridende synspunkter om miljø- og klimapolitiske emner.

Vismandsinstitutionen er en af de få institutioner, der kan være med til at give også den offentlige debat faglighed. Om udflytningen de facto har begrænset skarphe den i politikovervejelserne i den forelæggende rapport, er jo vanskeligt at afgøre. De to behandlede emner, 1. Miljøpåvirkning og fordeling og 2. Lækage af drivhusgasudledningen og dansk klimapolitik er begge relateret til vigtige politikovervejelser, men her er rapporten analyser mere indsnævrede og politikovervejelserne klart mindre skarpe, end hvad der historisk har været tradition for i rapporter til Det Miljøøkonomiske Råd.

#### Kapitel I. Miljøpåvirkning og fordeling

Rapportens behandling af fordelingsmæssige aspekter af miljøbelastningen er både relevant og interessant og giver ny viden om udvalgte, vigtige dele af miljøbelastningen. Her ses på fordelingen af de negative virkninger af luftforurening ( $PM_{2,5}$  og  $NO_2$ ) og støj og på de positive virkninger ved at bo tæt ved attraktiv natur. Det er således vigtigt at huske ved læsningen af kapitlet, at der er tale om en kortlægning, en slags avanceret samfundsbeskrivelse, af den faktiske miljøbelastning for udvalgte områder. Dette betyder så også, som det klart også er påpeget i rapporten, at der ikke kan trækkes nogle generelle konklusioner. Det er meget prisværdigt, at der som supplement til rapporten er udarbejdet to notater, der giver værdifulde oplysninger til forståelse af de mere kortfattede dele af rapporten.

De viste Lorenz-kurver over fordelingen af forurening og adgang til værdifuld natur vil nok for nogle virke overraskende, idet uligheden ikke synes markant. Det er her vigtigt at huske på, at kurverne ikke viser noget om ulighed i miljøpåvirkning og indkomstforholdene. Andre analyser i rapporten ser nærmere på dette. I den forbindelse ville det have været ønskeligt med en nærmere analyse af indkomstforskelle og mulige adfærdsmæssige reaktioner i relation til fravalg eller ikke af negative miljøpåvirkninger og tilvalg eller ikke af nærhed af naturgoder. Hvis grupper med høj indkomst med gode muligheder for at vælge mindre miljøbelastning faktisk ikke gør det, fordi negativ miljøpåvirkning er kombineret med andre højværdsatte goder, hvorimod grupper med lav indkomst faktisk ikke har den mulighed, er der fortsat ulighed mht. miljøpåvirkning, men analyserne vil ikke afsløre dette.

Det ville have været ønskeligt med en dybere dækning om tilpasningsmekanismer, om etnicitet og miljø og om linearitet eller ikke i ulempen ved stigende koncentration af forureningen og støj. Desuden er de anvendte indikatorer ofte snævre. F.eks. er brugen af  $PM_{2,5}$  som mål for partikelforurening ikke dækkende for de forskellige typer af partikelforurening.

## **Kapitel II. Lækage af drivhusgasudledningen og dansk klimapolitik**

Det er et vigtigt emne, der her tages op, da netop lækagerater kan være forskellig fra forskellige sektorer, og også fordi lækagerater spiller en rolle ved tilrettelæggelsen af klimapolitikken, afhængig af om der ses på dansk udledning fra dansk produktion eller udledning forårsaget af dansk forbrug.

Jeg er generelt meget enig i rapportens analyser og vurdering, og det er meget værdifuldt at få analyseret lækage problematikken. I den forbindelse vil jeg gerne kvittere for Dokumentationsnotatet om lækage og klimapolitik, herunder udvidelserne af GTAP-modellen.

Det er vigtigt at skelne mellem udledninger fra dansk produktion og så udledninger forårsaget af dansk forbrug. Dette gælder også, når der politisk tales om klimaneutralitet i 2050. Det kunne have været interessant med en analyse af, hvordan vi mest effektivt opnår neutralitet i forbruget i 2050.

### **SÆRLIGT SAGKYNDIG JETTE BREDAHL JACOBSEN**

**Første afsnit (miljøpåvirkning og fordeling)** handler om, hvor ligeligt fordelt miljøgoder og -onder er fordelt i samfundet. Der ses på 4 effekter – PM2,5, NO2, Støj og adgang til natur. Og der konkluderes retteligt, at det ikke kan ekstrapoleres til at dække andre miljøgoder. Fordelingen vurderes udfra boliger – dvs hvor udsatte boliger er for de forskellige goder (onder). Herved er det pr. husstand, der måles. Hvis husstande med mange (få) personer bor mere udsat end husstande med få (mange), kan effekterne derfor være undervurderet (overvurderet).

En anden konsekvens af at se på boliger er selvsagt, at det kun er miljøpåvirkninger ved hjemmet, der vurderes og ikke fx ved arbejde, studie eller hvor man i øvrigt opholder sig.

Hovedanalysen er for landet som helhed. Som der også påpeges i rapporten, vil dette tendere til at udviske forskelle, fordi borgeres mobilitet ikke er hele landet. Og hovedkonklusionen i rapporten er derfor også, at der ikke er store forskelle. Derfor analyseres også på pendleroplande. Denne analyse bygger imidlertid på en antagelse om, at der kan være en niveauforskel mellem pendleroplande, men følsomheden inden for et opland er den samme på tværs af pendleroplande (hældningen er identisk). Dette virker ikke sandsynligt: hvis der er et højt støjniveau fx, er det sandsynligt at folk er mere opmærksomme på en lille forbedring, end hvis grundniveauet af støj er lavt. Det havde derfor været mere rimeligt at lave separate analyser for de forskellige pendleroplande (eller tillade forskellig hældning hvilket de facto ville være det samme). Man kan derfor ikke udelukke, at der er en effekt indenfor pendleroplande, som blot ikke er fanget i modellen. Man kan gætte på at en sådan analyse ville vise en større effekt omkring de større byer (hvor forureningen er størst).

Et par kommentarer som kan påvirke resultaterne, men nok kun i mindre grad:

For nærhed til natur er kun store naturområder taget med. Givet at meget rekreation foregår meget nær boligen, og større områder tenderer til at ligge længere væk fra byerne, kan det

give et bias. Ligesom det havde været ønskværdigt om man havde taget alle naturområder med (som fx i DØRS-analysen af rekreative værdier).

Udover fordeling af miljøgoder mellem husstande beregnes også gennemsnitlige samfundsøkonomiske omkostninger herved for de enkelte husstande. Det er værd at bemærke, at der her antages gennemsnitsværdier. Der er således ikke forskel på hvor meget vægt individer lægger på det enkelte gode (onde).

Der nævnes at biodiversitet ikke er medregnet. Eksistensværdier er i mindre omfang end brugsværdier påvirket af hvor nær folk er på dem. Derfor vil det næppe påvirke estimaterne at det ikke er med.

**Det andet afsnit, lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik**, omfatter en analyse af i hvilket omfang reduktioner i danske drivhusgasudledninger leder til øgede udledninger i udlandet. Det konkluderes at omtrent halvdelen udledes andre steder - på tværs af sektorer. Beregningerne baserer sig på en statisk ligevægtsmodel – GTAP-E. Dette er et fornuftigt valg. Yderligere foretages en række antagelser. Resultaterne er meget følsomme for disse antagelser (som følsomhedsberegningerne i kapitlet også viser), og det er derfor værd at fremhæve nogle af dem, som ikke er tydelige i kapitlet og som man kan stille spørgsmålstegn ved:

Størstedelen af lækagen sker inden for kvotesektoren. Selvom de revisioner der er foretaget af kvotesystemet i 2018 medregnes, antages at det er uvæsentligt, hvornår en lækage finder sted. Hvis man reducerer 1 ton CO<sub>2</sub> i dag, og det resulterer i en modelleret modsvarende udledning i 2070 så er der 100% lækage. Givet den politiske målsætning om klimaneutralitet i 2050, IPCCs analyser der viser at der er behov for negative udledninger allerede fra 2050, og sandsynligheden for at kvotesystemet er uændret de næste 100 år, kan man godt stille spørgsmålstegn ved den antagelse. Det er tillige i modsætning til hvad fx Klimarådet argumenterer for, og som også er analyseret i Sørensen & Silbye, 2019 (som har ligget i en tilgængelig workingpaper version længe). Det havde været klædeligt om rådet havde været eksplicitte omkring denne antagelse i rapporten her, skrevet hvilke argumenter rådet lægger til grund for valget, så læseren selv kan vurdere den. Ikke mindst fordi det bliver en antagelse, som er så betydende for resultatet af lækageraten.

En lignende argumentation kan bruges vedr. argumentet om kvoteannulering.

En anden antagelse, som man kan stille spørgsmålstegn ved, er antagelsen om at ingen lande udenfor EU gør noget som helst for at reducere udledninger. Det er en meget pessimistisk antagelse, givet at der faktisk er en Parisaftale, hvor parterne indberetter bindende målsætninger som kun kan skærpes. Der er dog en følsomhedsberegning herfor – som viser at fx landbrugets lækagerate halveres hvis man indregner dette. Det ændrer dog ikke den overordnede lækagerate – fordi den primært er drevet af kvotesystemet, jf. ovenfor.

Modellen der er valgt er som nævnt en statisk ligevægtsmodel. Det er et godt valg til at analysere denne slags problemstillinger. Men det gør naturligvis at der ikke er taget højde for, hvor

let det rent faktisk er at produktion flytter. Særligt for landbrug tænker jeg det er af betydning – for der er miljøregulering i de fleste lande som gør, at der er begrænsninger i udvidelsesmulighederne, og som ikke er indregnet i modellen. Man kunne have ønsket sig nogle overvejelser omkring hvilke af sådanne barrierer rådet ser kan begrænse lækagen – i hvert fald på kortere sigt.

Grunden til at jeg mener det er værd også at se på hvad der sker på den korte bane er, at IPCC og andre taler om at en hurtig indsats er nødvendig – på globalt plan. Jeg har svært ved at forestille mig at global klimapolitik er uændret i de kommende 50-100 år. Hvis det er – ja så bliver klimapolitik og tilhørende økonomisk regulering i sig selv irrelevant.

**Referencer:**

Sørensen, P.B., Silbye, F., 2019. National Climate Policies and the European Trading System. Forthcomng in Nordic Economic Policy Review, available working paper version, e.g. [http://www.nordregio.org/wp-content/uploads/2018/10/Towards-a-more-efficient-European-carbon-market\\_Silbye.pdf](http://www.nordregio.org/wp-content/uploads/2018/10/Towards-a-more-efficient-European-carbon-market_Silbye.pdf).

**SÆRLIGT SAGKYNDIG KARINE NYBORG**

**Skriftlige kommentarer til formannskapets diskusjonsopplegg til Det Miljøøkonomiske Råds møte 30.04.19**

Som vanlig holder formannskapets diskusjonsopplegg høy faglig kvalitet, og virker grundig gjennomarbeidet. Resultatene er interessante, og gir nyttig faktagrunnlag for utforming av politikk. Jeg har svært få innvendinger mot metodene som er brukt og tolkningene som er gjort.

La meg kort kommentere to forhold, som likevel er små sett i forhold til det omfattende arbeidet rapporten representerer: presentasjonen av Lorentz-kurvene i kap. I, og mangelen på skille mellom kvote- og ikke-kvotesektor i presentasjonen av hovedtall for Danmarks lekkasjerate.

**Kapittel I** undersøker fordelingen av miljøpåvirkninger i Danmark, spesielt konsentrasjon av PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> i luft, støy og nærhet til natur. Resultatene er blant annet fremstilt i diagrammer som viser Lorentz-kurver for disse variablene, noe som gir en nyttig og interessant illustrasjon av analysens funn.

Presentasjonen av disse figurene kunne likevel vært bedre forklart. Det er spesielt to forhold som kan være forvirrende. For det første skrives det på s. 46 at Lorentz-kurvene for miljømålene er beregnet ut fra *fysiske miljømål* (dvs. *konsentrasjoner av luftforurensning eller desibel for støy*). Jeg antar at det som egentlig menes er at kurvene er tegnet ut fra den kronemessige verdsettingen av disse påvirkningene. I motsatt fall ville kurvene påvirkes av hvilken skala/måleenhet som er brukt, og hvordan man har definert «den samlede miljøpåvirkning» som



skal fordeles. Desibel er ikke en lineær skala, og det er ikke klart hva som er «den samlede miljøpåvirkning» når det gjelder nærhet til natur.

For det andre er forurensning og støy negative påvirkninger, mens nærhet til natur og inntekt er positive for menneskers velferd. Det later til at Lorentz-kurver i samme figur dels illustrerer fordeling av gevinster, og dels illustrerer fordeling av kostnader, uten at dette er tydelig presentert.

I en fordelingsanalyse kunne det forøvrig også vært nyttig med en mer eksplisitt diskusjon av bruken av kronemessig verdsetting. Det er vanlig å anta at penger på marginen betyr mer for fattige enn for rike (antakelig er det dels derfor det ofte hevdes at miljøavgifter rammer fattige hardere enn rike). En verdi målt i kroner vil normalt bety mer velferdsmessig for en fattig enn for en rik. Pengemessig verdsetting kan derfor i seg selv tenkes å påvirke resultatet av fordelingsanalyser. Her later dette ikke til å være noe vesentlig problem, fordi det ser ut til at samme standardiserte kroneverdi for f.eks. støyreduksjoner er benyttet for alle, uansett deres betalingssevne. I prinsippet kan ulike betalingssevne for ulike inntektsgrupper likevel tenkes å ha påvirket markedspriser og betalingsvillighetsanslag som er benyttet. En diskusjon av dette ville ha vært til hjelp.

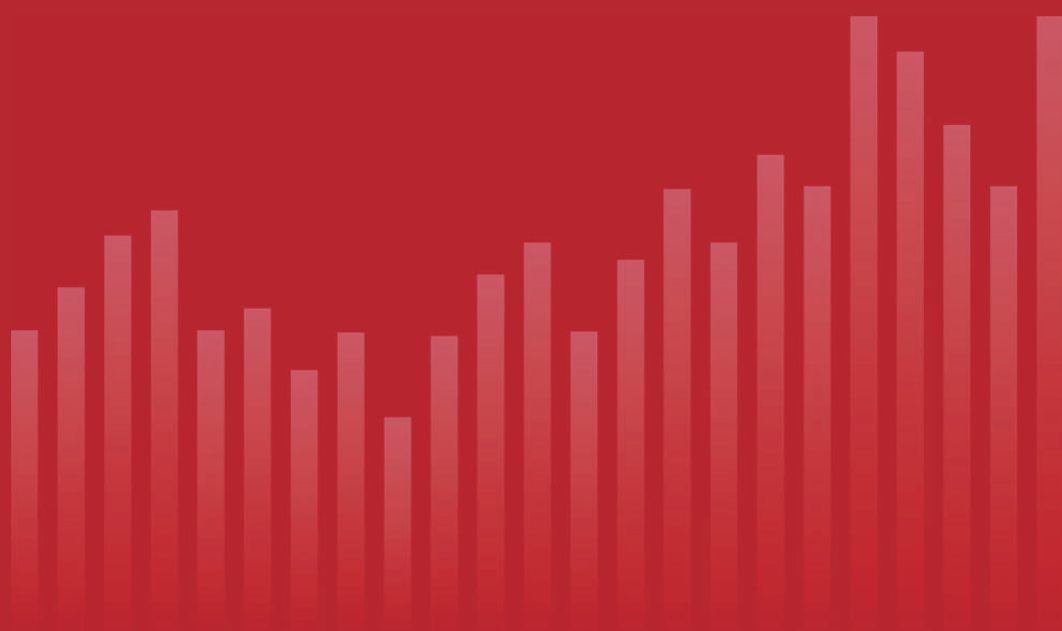
**Kapittel II** anslår lekkasjerater for Danmark. Tallene er interessante, og igjen virker analysen kompetent og grundig gjennomarbeidet.

I sammendraget påpekes det at lekkasjeraten for Danmark er på ca. 50 prosent. Jeg bestrider ikke konklusjonen, men formuleringen kan likevel være en smule villedende. Tallet er fremkommet ved å anta at alle sektorer, inkludert kvotepliktig sektor, pålegges en lik, høy avgift, noe som ikke virker spesielt realistisk. Det ville derfor vært naturlig å supplere dette tallet med tilsvarende tall for Danmarks lekkasjerate når kvotepliktig sektor holdes utenfor.

For å vite hvilket tall som er relevant, må man vite hvilket spørsmål tallet skal besvare. Hvis man ønsker å belyse virkninger av å redusere Danmarks utslipp fra ikke-kvotesektoren med 39 pst. innen 2030, synes det mer relevant å studere virkninger av en avgift på hele ikke-kvotesektoren samlet, men uten å avgiftsbelegge kvotesektoren. Noen slik analyse later ikke til å foreligge: i diskusjonsopplegget er enten kvotepliktig sektor med, med tilhørende høye lekkasjetall, eller man legger avgift kun på én enkeltsektor, noe som antakelig fører til vesentlige vridninger mellom innenlandske (ikke-kvotepliktige) sektorer.

Dersom man derimot vil studere virkninger av danske nullutslipp i 2050, er det relevant å ta kvotesektoren med. For dette formålet ville det likevel vært til hjelp med en mer eksplisitt diskusjon av mulige/realistiske sammenhenger mellom Danmarks og EUs klimapolitikk, og hvilke antakelser om dette som implisitt gjøres i de ulike scenariene. Det virker urimelig å anta at Danmark i 2050 vil oppfylle et mål om null netto utslipp og samtidig være del av et EU-ETS-system som tillater betydelige kvotemengder. Hvis det er dette man implisitt antar, burde det vært diskutert.





De Økonomiske Råd   
Formandskabet

**ECONOMY AND  
ENVIRONMENT, 2019  
SUMMARY AND  
RECOMMENDATIONS**

## **SUMMARY AND RECOMMENDATIONS**

This report from the Chairmen of the Danish Economic Council of Environmental Economics contains two chapters which focus on the distribution of environmental impacts and carbon leakage from Danish climate policies. There are two main conclusions:

In Denmark, there is a relationship between high environmental exposure and individuals with low incomes. However, the relationship found in the Danish data is very weak. On the other hand, large differences in environmental exposure are found between individuals within the same income groups, indicating that income does not contribute significantly to the explanation of differences in environmental exposure between individuals.

Denmark's overall carbon leakage rate is 45-53 per cent. The leakage rate is particularly high for the Danish quota sectors and for agriculture. Agriculture should, however, still contribute significantly to the overall reductions of greenhouse gas emissions in the non-quota sector because of socio-economic benefits related to a better aquatic environment and less air pollution.

## ENGLISH SUMMARY

This report from the Chairmen of the Danish Economic Council of Environmental Economics consists of two chapters:

- Distribution of environmental exposure
- Carbon leakage resulting from Danish climate policies

The first chapter analyses the distribution of environmental exposure in Denmark using Lorenz curves and the Theil index, and these are followed by statistical descriptions and regression analyses.

The second chapter presents estimations of the overall carbon leakage rate for Denmark as well as leakage rates for various sectors of the Danish economy. The chapter discusses the consequences for Danish climate policy of adjusting for leakage.

### CHAPTER I: ENVIRONMENTAL EXPOSURE AND DISTRIBUTION

The public debate about the environment and distributional effects in Denmark often focusses on the distributional effects of green taxes. However, there has not been a similar focus on the distributional aspects of environmental exposure. The relationship between income and environmental exposure has been examined in the international literature, with findings indicating that individuals with low incomes are, to a higher extent, prone to environmental exposure than those with high incomes. Similar studies have not been conducted on a national level for Denmark.

Chapter I sheds light on various aspects of environmental exposure and distribution in Denmark. First, the extent of the differences in the environmental risks that people in Denmark are exposed to is investigated. Second, whether there is a correlation between the degree of environmental exposure and income is examined. Finally, the chapter examines the socioeconomic characteristics of those who live in the most highly exposed houses and apartments.

More specifically, the analyses focus on the environmental exposure from traffic noise and air pollution due to particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>). Furthermore, analyses are conducted on the benefits of living in close proximity to nature (forests, lakes and

coastal areas). There are nationwide data available for these environmental impacts that can be linked to all homes in Denmark, and further linked to register data to provide information on the income and other socioeconomic characteristics of the individuals living in the respective homes.

The results obtained in chapter I cannot be generalized to encompass types of environmental exposure that are not included in the analysis. The availability of geographically detailed nationwide data that can be linked to the individuals is the main determinant of the choice of the types of environmental exposure included in the analysis. Most similar international studies only focus on one environmental exposure, which makes the current study more comprehensive than many earlier studies.

## THE DISTRIBUTION OF ENVIRONMENTAL EXPOSURES

When analysing distributional issues the Lorenz curve is often used to illustrate the degree of inequality in the distribution of income. However, the Lorenz curve can also be used to illustrate the distribution of environmental exposure among individuals. Figure A shows the Lorenz curves for air pollution ( $PM_{2.5}$  and  $NO_2$ ), noise and proximity to nature. For comparison, the Lorenz curve for the distribution of income is also shown. If the Lorenz curve is close to the 45-degree line, the distribution of income or environmental exposure can be considered to be equal.

The results show large differences in distributional inequality across the different environmental exposures and proximities to nature. Relatively small differences are seen in the distribution of  $PM_{2.5}$  and  $NO_2$  between individuals. Compared to the distribution of income,  $PM_{2.5}$  is more equally distributed, while  $NO_2$  has more or less the same distribution as income. The greater inequality for  $NO_2$  relative to  $PM_{2.5}$  reflects the fact that the concentration of  $NO_2$  varies to a greater extent with local sources, such as, e.g. power plants, traffic and shipping, while  $PM_{2.5}$  is more regional in nature.

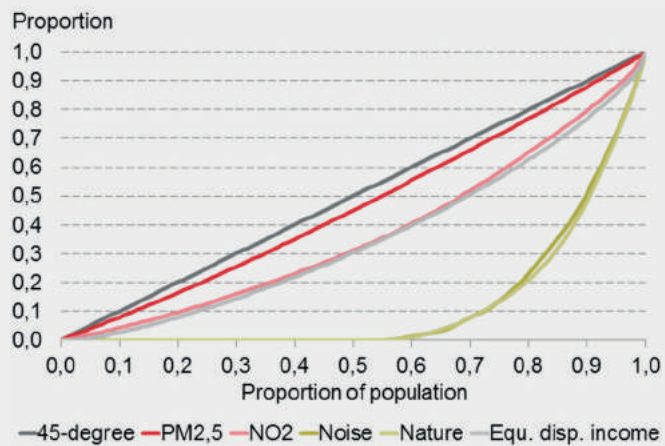
For both noise and proximity to nature, the distributional inequality between individuals is larger than for the two types of air pollution. This reflects that noise and proximity to nature are of a very local character.

There is a risk of overestimating the inequality of proximity to nature because only housing within certain distances from nature (0.6 to 1

km, depending on the type of nature) are included in the analyses. If individuals experience a value from proximity to nature further away than the defined distances, the inequality shown in the Lorenz curve might be overestimated. Similarly, smaller natural areas are not included in the analyses, which can also give rise to an overestimation of the inequality of proximity to nature between individuals.

**FIGURE A**      **INEQUALITY IN ENVIRONMENTAL EXPOSURE**

The inequality is illustrated using Lorenz curves for air pollution (PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>), noise, proximity to nature and income.



Note: Lorenz curves are based on concentrations of air pollution, noise above 50 dB, and proximity to nature within 0.6 to 1 km from nature (depending on the type of nature). The Lorenz curve for income is calculated from the equivalent disposable income in 2016.

Source: Own calculations.



## ENVIRONMENTAL EXPOSURES AND INCOME

A range of international studies investigate the relationship between environmental exposure and income. These analyses often show that individuals with low incomes are more prone to environmental exposures than individuals with high incomes.

The analyses based on the Danish data reveal only a weak relationship between environmental exposure and income. Moreover, the analyses show large differences in the distribution of environmental exposure between individuals within the same income group. As Figure A and Figure B in Box A illustrate, the difference in environmental exposure between individuals within the same income group is much larger than the difference in environmental exposure between individuals in the lowest and highest income groups. This indicates that differences in income between individuals only explain a small part of the variation in environmental exposure.

Even though the relationship between environmental exposure and income is weak in Denmark, there is a tendency for individuals with low incomes to be more prone to environmental exposure than individuals with high incomes, cf. Box A. Estimations in the current chapter show that individuals with disposable income equivalent to DKK 100,000 above the average income are less prone to environmental exposure corresponding to values of DKK 30 for PM<sub>2.5</sub>, DKK 30 for NO<sub>2</sub> and DKK 5 for noise.

## INDIVIDUALS WITH HIGHEST ENVIRONMENTAL EXPOSURE

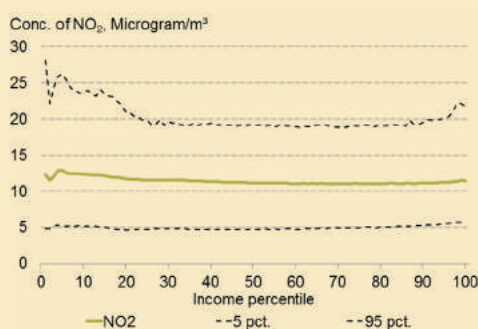
In chapter I the characteristics of the most environmentally exposed housing and the characteristics of the individuals who live in this housing are examined. The most environmentally exposed housing is defined as the houses and apartments where the 10 percent of the population who are most exposed to the highest air and noise pollution live. Proximity to nature is not included in the selection of housing most prone to environmental exposure.

## BOX A RELATIONSHIP BETWEEN INCOME AND ENVIRONMENTAL EXPOSURE

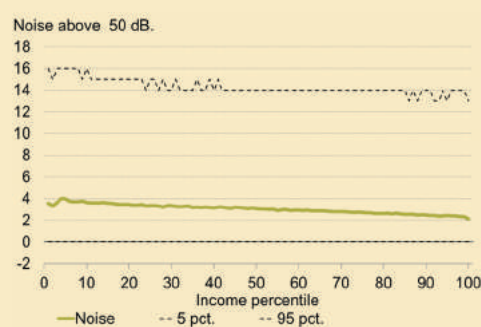
Figures A and B illustrate the relationship between income and the concentrations of NO<sub>2</sub> and noise, respectively.

The X-axis shows the equivalent disposable income divided into percentiles. The first point on the X-axis represents the one percentile of the population with the lowest income, while the point most to the right represents the one percentile of the population with the highest income. The green curves illustrate the average level of NO<sub>2</sub> and noise for all individuals within each of the 100 income groups.<sup>a)</sup> The figures show that there is a tendency towards lower income groups having higher levels of NO<sub>2</sub> and noise.

**FIGURE A NO<sub>2</sub> AND INCOME**



**FIGURE B NOISE AND INCOME**



Note: Income percentiles are calculated based on the equivalent disposable income in 2016.

Source: Own calculations based on registry data and data for air and noise pollution from Aarhus University and MOE|Tetraplan, respectively.

The dotted lines in the figures illustrate the variation in NO<sub>2</sub> and noise within each income group. The dotted lines show the 5 and 95 percent fraction for NO<sub>2</sub> and noise, which means that 90 percent of the individuals in each of the income groups are exposed to a level of NO<sub>2</sub> or noise within the two dotted lines. It appears that the differences in environmental exposure between individuals within the same income group are much larger than the differences between individuals in the lowest and highest income groups.

Figures illustrating the relationship between income and concentrations of PM<sub>2.5</sub> and between income and proximity to nature show the same tendency, cf. section I.4 in chapter 1.

- a) The curves show the relationship between income and NO<sub>2</sub> and noise corrected for differences in level in income, NO<sub>2</sub> and noise in different parts of Denmark (calculated by commuting areas).

The majority of the most environmentally exposure housing is located within or near the capital of Denmark, Copenhagen, or in other larger cities. In contrast, most of the housing that is least prone to environmental exposure is located in rural areas.

By using unit values, environmental exposure per house in Denmark can be converted to costs in Danish Kroner (DKK) per year. Unit values reflect inconvenience costs related to, e.g., noise, and costs of serious health effects, including premature death. The estimated yearly cost from air and noise pollution is about DKK 4,100 higher for individuals living in housing that is most prone to environmental exposure compared to individuals living in an averagely polluted residence. This corresponds to 1.5 percent of the average equivalent disposable income of an individual in Denmark. A large share of the cost is attributable to the increased risk of premature death. The increased health risk corresponds to a loss of 40 hours of expected life per year for an individual living in the most environmentally exposed housing compared to an individual living in an averagely polluted residence.

Apartments, co-housing flats and private rental flats are, to a greater extent, represented among the housing that is most prone to environmental exposures compared to the general distribution of housing in Denmark. In contrast, not-for-profit community housing is less often among the housing that is most prone to environmental exposure compared to the general distribution of housing.

The analyses in the current chapter show small differences in socio-economic characteristics among residents in the housing that is most prone to environmental exposure compared to residents in housing with average levels of environmental exposure, corrected for geographical differences. More specifically, the results show that individuals living alone, families without children and ethnic minorities more often live in housing with more environmental exposure. In contrast, fewer senior citizens live in housing that is more prone to environmental exposure compared to the general distribution. The international literature primarily shows that individuals with lower education more often live in housing that is prone to negative environmental exposure. In contrast, the current analysis shows that this is not the case in Denmark. The analysis shows a tendency for higher educated individuals to more often live in housing that is more prone to environmental exposures compared to the general distribution of population in Denmark.

Children are considered to be a vulnerable group in terms of being prone to environmental exposure. The current chapter investigates whether children who have grown up in the most environmentally-compromised homes have parents with socioeconomic characteristics that are different to the parents of children who grew up in other homes. Only small differences are found between the two groups of children. However, children of tertiary-educated parents are slightly overrepresented among children living in housing that is more prone to environmental exposures compared to other children.

## **CHAPTER II: LEAKAGE OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND DANISH CLIMATE POLICY**

Danish climate policy reduces CO<sub>2</sub>e-emissions in Denmark but may, at the same time, increase CO<sub>2</sub>e-emissions abroad.<sup>1</sup> This phenomenon is known as carbon leakage. Carbon leakage implies that Danish climate policy has a smaller impact on global reductions than on domestic reductions in greenhouse gas emissions.

According to its EU obligations, Denmark must reduce emissions of greenhouse gasses in the non-quota sector by 39 per cent by 2030 compared to the emissions in 2005. In addition, the Danish government has committed to a strategy of climate neutrality by 2050. The obligation for the non-quota sector and the target of climate neutrality are specifically related to emissions from the Danish territory. It has been argued that Danish climate policy should focus on *global* emissions of greenhouse gasses in addition to the focus on emissions from the Danish territory.

Chapter II presents estimations of carbon leakage rates in Denmark and discusses the consequences of taking account of the presence of leakage in the Danish climate policy.

### **LEAKAGE RATES FOR DENMARK**

The so-called leakage rate expresses the share of domestic reductions in emissions that is replaced by increased foreign emissions. The analyses in chapter II indicate that Denmark's overall leakage rate is between 45 and 53 per cent. This implies that a national CO<sub>2</sub>e

---

1) CO<sub>2</sub>e is used to denote the emission of all greenhouse gases (including agricultural emissions of methane and nitrous oxide), converted to CO<sub>2</sub>-equivalents.

reduction of 1 million tonnes results in a global CO<sub>2</sub>e reduction of about 0.5 million tonnes.

The leakage rate for Denmark is calculated by imposing a tariff of DKK 100 per tonne CO<sub>2</sub>e on all emissions in Denmark in the so-called GTAP-E model. GTAP-E includes a description of global trade flows, energy consumption and the corresponding greenhouse gas emissions, which makes the model suitable for assessing the impact of such a tariff on emissions in Denmark, as well as abroad.

There are several channels through which carbon leakage can occur. Some of these mechanisms are included directly in the default GTAP-E model, e.g., mechanisms that operate via foreign trade (e.g., CO<sub>2</sub>e tariffs in Denmark weaken the international competitiveness of Danish CO<sub>2</sub>e-intensive firms, so some of the CO<sub>2</sub>e-emitting production that currently takes place in Denmark moves abroad), and via the price of fossil fuels (e.g., as CO<sub>2</sub>e tariffs reduce Danish demand for fossil fuels, the world market price of fossil fuels is (slightly) reduced, and the consumption of fossil fuels increases abroad).

However, the leakage rate in Denmark is also largely affected by the climate policy in the EU. The EU CO<sub>2</sub> quota system has been designed such that climate policy that reduces emissions in the Danish quota sector has only a limited impact on the total emissions in the EU's quota sector in the long run. This contributes to a higher leakage rate in Denmark. Conversely, the CO<sub>2</sub>e leakage in the non-quota sector is reduced by many EU countries' binding targets for their non-quota sector emissions. This lowers the overall leakage rate in Denmark. The GTAP-E model has been expanded to account for these mechanisms.

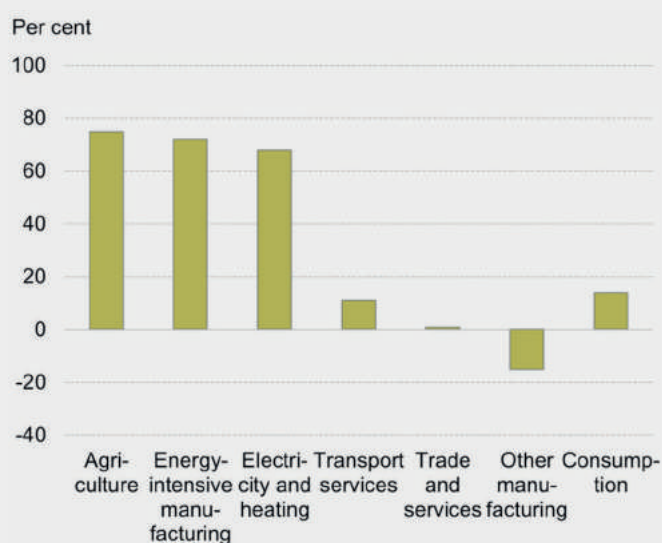
There are some other mechanisms that may affect the leakage rate but that are not included in the calculations. For example, tighter climate policy in Denmark may encourage technological development that makes it easier to reduce emissions in other countries. This would lower the leakage rate. Tighter Danish climate policy may also give rise to higher reduction targets for other countries, which would lower the leakage rate as well. However, a tighter climate policy could also reduce other countries' incentives to undertake climate policy themselves.

## LEAKAGE RATES FOR VARIOUS SECTORS

The calculations indicate large differences in the leakage rates for various sectors of the Danish economy, see Figure B.

**FIGURE B LEAKAGE RATES FOR SECTORS**

The leakage rates are high for agriculture and for sectors covered by the EU quota system (energy-intensive manufacturing and electricity and heating).



Note: The figure shows the leakage rates in a scenario where the long run effects of permanent climate policy are considered. The chapter includes estimates of leakage rates under different assumptions and adjustments in the model.

Source: Own calculations.

The leakage rates are high for the energy-intensive manufacturing and the electricity and heating sectors, all of which are subject to the EU quota system. The leakage rates are relatively high for the quota sectors because a decrease in emissions from the Danish quota-covered sectors will, to a large extent, be counterbalanced by an increase in greenhouse gas emissions in the rest of the EU in the future. This is due to the design of the EU quota system.

The leakage rates are generally lower for the sectors not covered by the EU quota system. One reason for this is that many EU countries are committed to reducing their emissions from the non-quota sectors by 2030. These countries are, therefore, not able to increase their emissions in the non-quota sectors in response to a tighter climate policy in Denmark.

The leakage rate is higher for Danish agriculture than for the remaining non-quota sectors. This reflects, among other things, that consumption of food is less affected by changes in income and prices than other products. Consequently, the production and associated emissions in agriculture increase relatively more in other countries when production in agriculture decreases in Denmark as a result of regulation. The leakage rate for agriculture is, however, limited by the fact that many EU countries have binding targets for reducing their emissions in the non-quota sector that they must meet by 2030.

The leakage rate for agriculture is also very dependent on climate policy *outside* the EU. A sensitivity analysis shows that the leakage rate for agriculture is more than halved if some countries outside the EU are assumed to have binding targets as well, while the leakage rates in other sectors are almost unaffected.<sup>2</sup> The sensitivity analysis illustrates that there is considerable uncertainty associated with estimating the leakage rate for agriculture.

### LEAKAGE AND DANISH CLIMATE POLICY

The design of cost-effective regulation that reduces greenhouse gas emissions depends on the political objectives of the regulation. If the objective of Danish climate policy is to meet the goals of reducing CO<sub>2</sub>e emissions from the Danish territory, this is achieved most cost-effectively by a uniform (increasing) CO<sub>2</sub>e tariff on all emission sources. Thus, differences in leakage rates between different sectors should not be taken into account.

If, however, the objective of Danish climate policy is to reduce global emissions over and above the targets set by the existing international obligations and national reduction targets, the regulation should take CO<sub>2</sub>e leakage into account. If such a supplementary objective is to be pursued cost-effectively, the climate effort must, to some extent, be shifted from sectors with high leakage rates to sectors with low leakage rates. Such a shift can be achieved by introducing leakage-

---

2) The sensitivity analysis assumes that all countries, except large economies such as China, Russia, India and the United States, have binding targets and, therefore, that they cannot increase their emissions. It should be emphasized that there is considerable uncertainty as to whether various countries have binding climate goals according to "business-as-usual". As an example, it is assumed in the analysis that the USA does not have binding climate targets. The USA's affiliation with the Paris Agreement is assessed by some as binding, however, the USA has indicated its intention to withdraw from the Paris Agreement.

adjusted CO<sub>2</sub>e tariffs that are lower for sectors where the leakage rate is high.

Leakage-adjusted tariffs increase the socio-economic costs of reaching the purely national obligations and objectives, but a larger global reduction in CO<sub>2</sub>e could be achieved for this additional price. The additional socio-economic costs associated with leakage-adjusted tariffs compared to a uniform tariff are estimated in the chapter to be DKK 220-660 per extra global tonne reduction of CO<sub>2</sub>e. This is about the same magnitude as estimates in the literature for the global marginal damage cost of a tonne of CO<sub>2</sub>e emissions – the so-called social cost of carbon.<sup>3</sup>

The analysis in the chapter illustrates the effects of adjusting for leakage while reaching the 2030-obligations for the non-quota sector.<sup>4</sup> However, the analysis should not be viewed as a proposal for an optimal Danish climate policy to reduce global emissions. This is because other measures, e.g., climate-differentiated consumption taxes or a reduction of North Sea oil and gas extraction, could potentially be included in an optimal leakage-corrected Danish climate policy.

The analysis is based on estimated socio-economic reduction costs in 2030 for various parts of the non-quota sector. These were presented in the 2018 Economy and Environment report by the Danish Economic Councils. Here it was found that the marginal socio-economic reduction costs were significantly higher for passenger cars than for agriculture and the remaining non-quota sector.

The calculations indicate that the contributions of the different sectors to the overall reduction requirement for the non-quota sector do not change significantly when imposing leakage-adjusted tariffs instead of a uniform tariff.

Despite its relatively high leakage rate, agriculture should still contribute significantly to the overall reduction when leakage is adjusted for. The high leakage rate does, however, contribute to a slightly smaller reduc-

3) In previous reports by the Danish Economic Councils, DKK 563 per tonne CO<sub>2</sub>e (2017 prices) is stated as a good estimate of the social cost of carbon based on an overview study by Tol (2013). It should, however, be emphasized that there is a great deal of uncertainty related to the size of the social cost of carbon.

4) The calculations illustrate the additional effort needed to achieve the reduction requirements in the non-quota sector by 2030. There is uncertainty about the exact size of the reduction requirement, so the calculations are undertaken for reductions of 2.5 million tonnes as well as 4.0 million tonnes of CO<sub>2</sub>e by 2030.



tion in agriculture when adjusting for leakage.<sup>5</sup> The relatively modest effect on agriculture's share of the overall reductions reflects the fact that there are socio-economic benefits associated with reducing greenhouse gas emissions for this sector, specifically in the form of a better aquatic environment and less air pollution.

Even though the leakage rate is very small for consumption of transport fuel, increased tariffs on CO<sub>2</sub> from passenger cars are not a part of the leakage-adjusted tariff policy. This is because the marginal socio-economic costs of further reductions are relatively high, since passenger cars are already heavily regulated in Denmark.

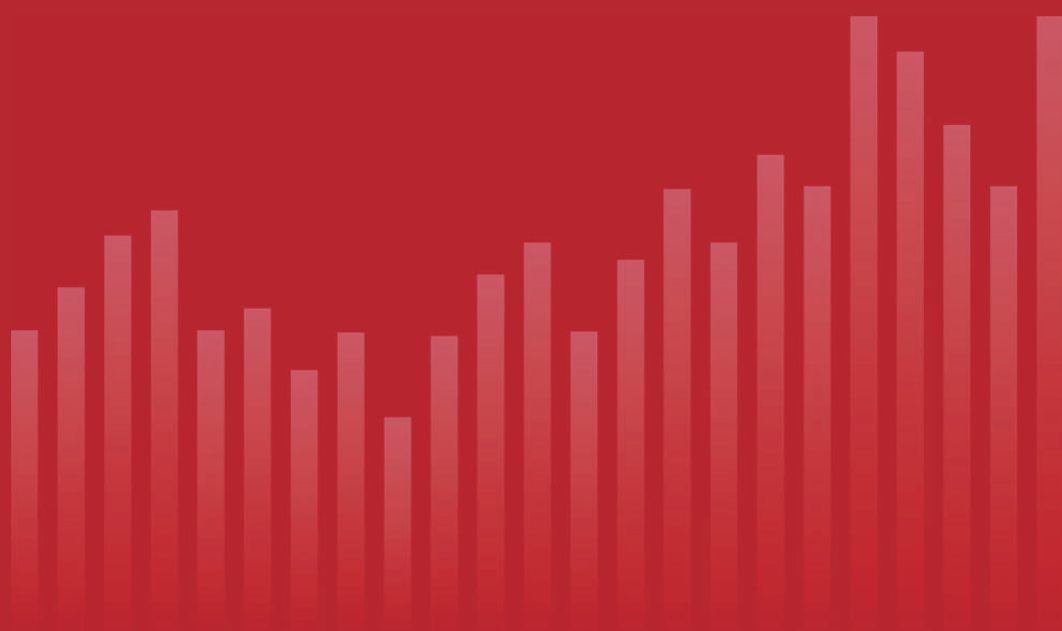
According to an agreement with the EU, Denmark may use cancellations of quota allowances corresponding to at most 0.8 million tonnes of CO<sub>2</sub>e per year to meet the reduction requirement. There is a *negative* leakage rate associated with this type of quota cancellation of approximately -53 per cent in the long run, which reflects mechanisms linked to the reform of the quota system from early 2018. The calculations in the chapter show that the quota cancellations should be fully utilized if the reduction requirement by 2030 is 4.0 million tonnes of CO<sub>2</sub>e, regardless of whether a uniform or leakage-adjusted tariff policy is used. If the reduction requirement is only 2.5 million tonnes of CO<sub>2</sub>e, quota cancellations should only be used when adjusting for leakage.

The analysis shows that there would be a relatively limited impact on global emissions from introducing leakage-adjusted tariffs instead of a uniform tariff. With a national reduction requirement of 4.0 million tonnes by 2030, global emissions are reduced by 3.2 million tonnes with a uniform tariff. With leakage-adjusted tariffs, global emissions are reduced by 3.4 million tonnes. The relatively limited effect of introducing leakage-adjusted regulations is in line with studies for other countries. This is not in itself an argument for not using a leakage-adjusted climate policy, but it is important not to have unrealistic expectations for the effect on global emissions.

---

5) Agriculture's share of overall reductions decreases from 43 to 33 per cent with a reduction requirement of 2.5 million tonnes, and from 37 to 29 per cent with a reduction requirement of 4.0 million tonnes.





## FORMANDSKABETS REDEGØRELSE

108. Økonomi og Miljø 2013. Energi- og klimapolitik. Bilbeskatning, ulykker og miljø. Af-fald. 175 kr.
109. Dansk Økonomi, forår 2013. Konjunkturvurdering. Holdbar finanspolitik. Tilbage-trækning. 175 kr.
110. Dansk Økonomi, efterår 2013. Konjunkturvurdering. Virksomheder under opsving og krise. 175 kr.
111. Økonomi og Miljø 2014. Omkostninger ved VE-støtte. Ressourcestrategi. Invasive arter. Rekreative værdier. Kollektiv trafik. 175 kr.
112. Dansk Økonomi, forår 2014. Konjunkturvurdering. Holdbarhed og generationer. Ungdomsuddannelser. 175 kr.
113. Dansk Økonomi, efterår 2014. Konjunkturvurdering. Dagpengesystemet. 175 kr.
114. Økonomi og Miljø, 2015. Vandrammeregulativ og kvælstofregulering. Grundvand, drikkevand og pesticider. Økonomisk vækst og miljøet. 175 kr.
115. Dansk Økonomi, forår 2015. Konjunkturvurdering. Offentlige finanser. Bankunionen. Yderområder i Danmark. 175 kr.
116. Dansk Økonomi, efterår 2015. Konjunkturvurdering. Offentlige finanser. Indkomst-overførsler med fokus på kontanthjælp. 175 kr.
117. Økonomi og Miljø, 2016. Værdi af statistisk liv. Luftforurening. Danmark fossilfri 2050. 175 kr.
118. Dansk Økonomi, forår 2016. Konjunkturvurdering. Offentlige finanser. Dansk vækst siden krisen. Ejerboligbeskatning. 175 kr.
119. Dansk Økonomi, efterår 2016. Konjunkturvurdering. Offentlige finanser. Finanspolitisk holdbarhed. Investeringskrise? Indkomst- og formuefordeling. 175 kr.
120. Økonomi og Miljø, 2017. Regulering af landbrugets kvælstofudledning, Grønne afgif-ter og effektiv miljøregulering, Ægte opsparing. 175 kr.
121. Dansk Økonomi, forår 2017. Konjunktur og offentlige finanser, Holdbarhed og fi-nanspolitiske regler, Dynamiske effekter af offentlige udgifter, Udenlandsk arbejds-kraft. 175 kr.
122. Dansk Økonomi, efterår 2017. Konjunktur og offentlige finanser, Langvarigt offentligt forsørgede, Brancheforskydninger og vækstudsigter. 175 kr.
123. Produktivitet, 2017. Sammenfatning og anbefalinger, Produktivitet og velstand, Pro-duktivitetsudviklingen, Tidligere anbefalinger og tiltag, Produktivitetsforskelle mellem virksomheder. 175 kr.
124. Økonomi og Miljø, 2018. Sammenfatning og anbefalinger, Regulering af landbrugets udledning af drivhusgasser, Reduktion af CO2 fra personbiler, Klimapolitik frem mod 2030. 175 kr.
125. Dansk Økonomi, forår 2018. Konjunktur og offentlige finanser, Finanspolitisk hold-barhed, Uddannelsesstøtte på de videregående uddannelser. 175 kr.
126. Produktivitet, 2019. Sammenfatning og anbefalinger, Udviklingen i produktiviteten, Et nyt mål for produktiviteten i grundskolen, Produktivitet og ressourcer i det almene gymnasium. 175 kr.
127. Dansk Økonomi, efterår 2018. Konjunkturvurdering og offentlige finanser, Skat og arbejdsudbud, Ufaglærtes tilknytning til arbejdsmarkedet. 175 kr.
128. Økonomi og Miljø, 2019. Sammenfatning og anbefalinger, Miljøpåvirkning og forde-ling, Lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik. 175 kr.